

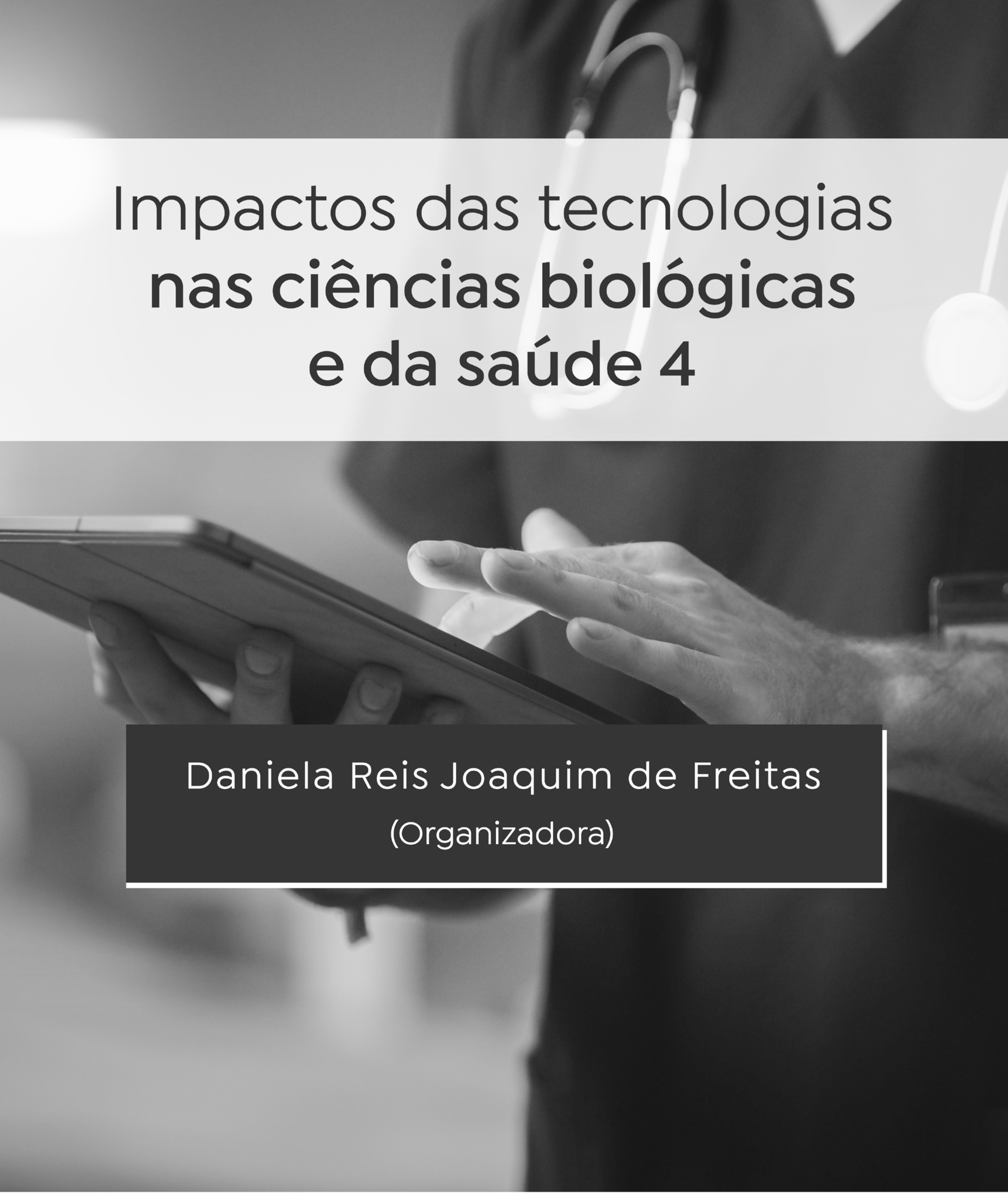
Impactos das tecnologias **nas ciências biológicas e da saúde 4**

Daniela Reis Joaquim de Freitas

(Organizadora)

Atena Editora

Ano 2023



Impactos das tecnologias **nas ciências biológicas e da saúde 4**

Daniela Reis Joaquim de Freitas
(Organizadora)

Atena
Editora
Ano 2023

Editora chefe
Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Editora executiva
Natalia Oliveira
Assistente editorial
Flávia Roberta Barão
Bibliotecária
Janaina Ramos
Projeto gráfico
Bruno Oliveira
Camila Alves de Cremo
Luiza Alves Batista
Imagens da capa
iStock
Edição de arte
Luiza Alves Batista

Impactos das tecnologias nas ciências biológicas e da saúde 4

Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Maiara Ferreira
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadora: Daniela Reis Joaquim de Freitas

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I34 Impactos das tecnologias nas ciências biológicas e da saúde 4 / Organizadora Daniela Reis Joaquim de Freitas. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.

Formato: PDF
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
Modo de acesso: World Wide Web
Inclui bibliografia
ISBN 978-65-258-0993-9
DOI: https://doi.org/10.22533/at.ed.939232302

1. Ciências biológicas. 2. Saúde. I. Freitas, Daniela Reis Joaquim de (Organizadora). II. Título.

CDD 570

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access, desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce,* ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

O uso de tecnologia nos dias de hoje se tornou indispensável para a humanidade. Desde o uso de celulares, televisores, notebooks e computadores a tecnologia de ponta nas indústrias, hospitais e universidades, todos os dias nos deparamos com inovações em diferentes áreas. Dentro da área das Ciências Biológicas – um vasto campo do conhecimento que estuda a vida sob seus diferentes aspectos, inclusive a do próprio ser humano – a tecnologia causa um enorme impacto, pois auxilia no estudo dos seres vivos, seu ambiente, formas de preservação de espécies em risco de extinção, e ajuda a compreender a evolução do homem e demais espécies através da compreensão de seu DNA e suas modificações ao longo do tempo; as tecnologias também auxiliam em como melhorar a interação do homem com o meio ambiente, evitando um impacto negativo da ação humana sobre o planeta.

Dentro da área da saúde, o impacto se faz ainda mais sensível: desde **à** indústria farmacêutica, com novos e revolucionários medicamentos para curar diferentes doenças até a criação de novos métodos diagnósticos e equipamentos para tratamento de doenças.

Na obra aqui apresentada, “Impactos das tecnologias nas ciências biológicas e da saúde 4”, é proposta uma discussão sobre implementação de novas tecnologias nestas áreas, através de artigos científicos originais e revisões bibliográficas atuais, baseadas em trabalhos de pesquisa realizados em universidades e importantes centros de pesquisa.

A Atena Editora conta com um corpo editorial formado por mestres e doutores formados nas melhores universidades do Brasil para revisar suas obras, o que proporciona uma obra relevante e qualidade, que esperamos que seja de seu proveito. Boa leitura!

Daniela Reis Joaquim de Freitas

SUMÁRIO

O USO DE APLICATIVOS MÓVEIS PARA O AUTOCUIDADO DOS PACIENTES COM DIABETES: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Data de aceite: 01/02/2023

Maria Fernanda Silveira Scarcella
Doutoranda em Ciências da Saúde
Universidade Estadual de Montes Claros
Montes Claros -MG
http://lattes.cnpq.br/2246188321999013

Juliana da Silva Mata
Enfermeira Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte - MG
http://lattes.cnpq.br/2659481571629007

Camila Lobus Saraiva Freire
Enfermeira graduada pela Faculdades Santo Agostinho
Montes Claros -MG
http://lattes.cnpq.br/9552324588235069

Flávia Mariana Mendes Diniz
Enfermeira Hospital das Clínicas da Universidade Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte - MG
http://lattes.cnpq.br/2532632602496509

Rejane Soares Cangussu
Enfermeira graduada pela Universidade de Belo Horizonte - UNIBH
Belo Horizonte -MG
http://lattes.cnpq.br/9058663306356211

Aline Borges Penna
Universidade Presidente Antônio Carlos - UNIPAC
Belo Horizonte - MG
http://lattes.cnpq.br/6977405642878034

Indira Iaina Paula Prado Santos
Médica graduada pela Universidade do Estado do Amazonas
Ibipitanga-BA
https://lattes.cnpq.br/0556629833754283

Luciana Nobre Leite
Mestre em Biotecnologia industrial pela Universidade Estadual de Montes Claros
Montes Claros - MG
http://lattes.cnpq.br/2028408701676232

Rayara Alves Pereira
Enfermeira graduada pela Faculdade Pitágoras de Contagem
Contagem - MG
http://lattes.cnpq.br/9917191209289304

Brenda Stefany Soares Barbosa
Enfermeira Especialista em Saúde Cardiovascular Universidade Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte - MG
https://lattes.cnpq.br/8005023952952952

Leandra Delfim do Nascimento
Mestranda em Terapia Intensiva pelo
Centro de Ensino em Saude
Belo Horizonte - MG
http:// lattes.cnpq.br/3762497183919658

Isabela Alves Mamão
Enfermeira graduada pela Unincor - Centro
Universitário Vale do Rio Verde
Belo Horizonte - MG
http://lattes.cnpq.br/4176543651212106

RESUMO: Objetivo: verificar a eficácia da utilização dos aplicativos móveis para promover o autocuidado em indivíduos com diabetes. **Método**: observou-se as recomendações do *Cochrane Handbook* para condução metodológica do estudo e foram considerados estudos clínicos randomizados que tiveram como intervenção o uso de aplicativos móveis para promoção do autocuidado em pacientes com diabetes. A busca foi realizada no Portal BVS e PubMed. Foram selecionados 8 estudos clínicos randomizados como amostra final da presente pesquisa sendo a maioria com excelente qualidade metodológica. **Resultados**: os estudos obtiveram mudanças estatisticamente significativas entre os grupos controles e intervenção, demonstrando a contribuição do uso dos aplicativos móveis para a promoção da saúde dos indivíduos com diabetes. Houve diminuição dos fatores de risco para a doença, com melhora na qualidade de vida, porém não foi observado pelos estudos melhora nos exames laboratoriais**. Conclusão**: aplicativos móveis favorecem ao autocuidado das pessoas com diabetes, melhorando fatores de risco e a qualidade de vida dos indivíduos, favorecendo a prevenção de complicações associadas à doença.
PALAVRAS-CHAVE: Aplicativo móvel; autocuidado; pé diabético; diabetes mellitus; informática em saúde.

THE USE OF MOBILE APPLICATIONS FOR THE SELF-CARE OF PATIENTS WITH DIABETES: A SYSTEMATIC REVIEW

ABSTRACT: Objective: to verify the effectiveness of using mobile applications to promote self-care in individuals with diabetes. Method: the recommendations of the Cochrane Handbook for the methodological conduct of the study were observed and randomized clinical studies were considered that had the use of mobile applications as an intervention to promote self-care in patients with diabetes. The search was performed on the VHL Portal and PubMed. Eight randomized clinical studies were selected as the final sample of this research, most of which had excellent methodological quality. Results: the studies obtained statistically significant changes between the control and intervention groups, demonstrating the contribution of the use of mobile applications to promote the health of individuals with diabetes. There was a decrease in risk factors for the disease, with an improvement in quality of life, but no improvement in laboratory tests was observed in the studies. Conclusion: mobile applications favor the self-care of people with diabetes, improving risk factors and the quality

of life of individuals, favoring the prevention of complications associated with the disease.
KEYWORDS: Mobile application; self-care; diabetic foot; diabetes mellitus; health informatics.

INTRODUÇÃO

Diabetes *Mellitus* (DM) é uma doença crônica complexa, que exige assistência médica contínua e uso de estratégias que visem à redução de risco multifatorial, além do controle glicêmico. O indivíduo que possui essa condição tende a ter níveis de glicose no sangue elevados – a hiperglicemia – que quando não controlada, ao passar dos anos, determina danos em órgãos, vasos sanguíneos e nervos(1-2).

É reconhecido como um severo problema de saúde pública e configura-se como uma epidemia em todo o mundo, a cada sete segundos, uma pessoa morre devido ao diabetes. Atualmente, 425 milhões de indivíduos vivem com a doença e a estimativa é que até 2040 sejam 642 milhões de pessoas vivendo com diabetes ao redor do mundo, sendo que de uma a cada duas pessoas estão doentes e não possuem diagnóstico. DM encontra-se entre as quatro principais doenças entre as selecionadas pelos líderes mundiais como prioritárias para intervenções em saúde e nas últimas décadas vem aumentando sua prevalencia pelo mundo(1,3-4).

Embora existam sérias e onerosas complicações que acometem as pessoas com DM, tais como: doenças do coração, problemas renais e cegueira, as complicações com os pés representam a maior parte – 40 a 70% de todas as amputações de extremidades inferiores estão relacionadas ao diabetes(5).

O pé diabético representa um problema de saúde pública relevante, principalmente se não houver intervenções que busquem sua prevenção e/ou controle, visto que seu pior desfecho – a amputação – resulta em hospitalização e reabilitação prolongadas e uma grande necessidade de cuidados domiciliares e de serviços sociais(5-6).

Por tais características e grande número de fatores de risco, o Pé Diabético é uma complicação frequente, sendo que as úlceras e as amputações são seus resultados adversos mais comuns. A prevalência das ulceras nos pés é estimada entre 4 a 10% na população de pessoas com diabetes, e acrescido a este quadro, temos o fato de que 85% das amputações dos membros inferiores associadas ao DM são precedidas por uma úlcera(5).

Apesar da magnitude desse problema de saúde, verifica-se que a avaliação para prevenção do pé diabético ainda não está totalmente incorporada nos atendimentos dos profissionais de saúde. Observa-se que na maioria dos atendimentos a avaliação dos pés, que inclui a remoção dos calçados e a inspeção dos pés, quase não é realizada. O simples fato de inspecionar os pés pode fornecer informações clínicas valiosas sobre um pé em risco(7-8).

Ademais, diversos estudos discutem a baixa adesão às atividades de autocuidado

dos pacientes com o diabetes, indicando tais fatos como possíveis fatores responsáveis pela ascensão epidêmica da patologia. Cabe ressaltar que segundo a Organização Mundial de Saúde, a ação de autocuidado é responsável por 95% do sucesso do tratamento das doenças crônicas[9-12].

A educação e o autocuidado, mais do que apoios fundamentais para a atenção a pessoa com diabetes, são estratégias de monitoramento e acompanhamento, para prevenir complicações agudas e reduzir o risco de complicações em longo prazo. Estudos demonstram relação significante entre a não realização do exame dos pés e a ocorrência do pé diabético e suas complicações, demonstrando como as ações de autocuidado sao determinantes para a sua prevenção[13-14].

A importância do autocuidado apoiado consiste no fato de que em geral os profissionais de saúde só interagem com os pacientes por poucas horas em um ano, sendo que na maior parte do tempo são os familiares ou os próprios indivíduos que cuidam de si próprios. Por exemplo, na Inglaterra, uma pessoa com diabetes, recebe em média, três horas de cuidados profissionais por ano[15].

Nesse contexto, ao considerar o exame dos pés como primordial na prevenção de amputações e manutenção da qualidade de vida de pacientes com DM, é importante desenvolver e implementar estratégias que tornem mais eficiente o manejo clínico do pé diabético, assim como também, auxiliem a prática do autocuidado. Assim, a busca de novas tecnologias para a diminuição do tempo, sofrimento e gastos onerados decorrentes do pé diabético, é uma forma de inovar o processo de assistência a esse paciente visando à melhoria no cuidado dispensado a este.

Nessa perspectiva a inovação tecnológica na área da saúde, desponta como uma possibilidade de desenvolver uma assistência de melhor qualidade, visando o bem estar biopsicossocial dos pacientes e permitindo o desenvolvimento de novas tecnologias que acompanhem as necessidades e recursos das populações e atendam com melhor custo-benefício: pacientes, profissionais de saúde e instituições[16-17].

As ferramentas computacionais são um exemplo do citado acima. Seu uso na perspectiva da saúde encontra-se em franca expansão, já que permite um suporte rápido e preciso de informações aos profissionais de saúde, facilitando e melhorando a assistência[18].

Na atualidade uma ferramenta computacional que vem sendo amplamente difundida em um grande número de áreas de conhecimento são as aplicações móveis, que são utilizadas por meio de celulares e outros dispositivos eletrônicos móveis, como os chamados *Tablet's.* Na área da saúde observa-se a necessidade de aplicativos móveis que auxiliem no suporte ao paciente, oferecendo informações e envolvendo os pacientes cada vez mais com aspectos relacionados à própria saúde, incentivando dessa forma o autocuidado[19].

No que se refere ao cuidado com a pessoa com diabetes já existem estudos que demonstram a utilização dos aplicativos móveis na assistência desses pacientes, porém

observamos ainda ser incipiente a literatura com qualidade metodológica sobre a temática.

O uso de aplicativos com conteúdo voltado para cuidado em saúde cresce exponencialmente ao longo dos últimos anos, estimativas sugerem que até 2018 serão mais 850 milhões de pessoas que terão nos seus aparelhos móveis um aplicativo de "saúde móvel"[20].

Entretanto esse grande volume de aplicações móveis em saúde em sua maioria, não possui embasamento cientifico para sua elaboração, bem como não são submetidos a testes de validação para verificação de sua segurança de confiabilidade, o que se torna preocupante para a segurança dos pacientes que fazem seu uso diariamente.

Desta forma, sendo o problema de pesquisa a necessidade de comprovação a cerca da eficácia do uso de aplicativos móveis para o autocuidado em indivíduos diabéticos, emergiu a seguinte questão norteadora: "O uso de aplicativos móveis contribui de forma eficaz para o autocuidado em pacientes com diabetes?"

Assim, frente ao crescente uso de aplicativos moveis pela população e suas potenciais vantagens e mais, daqueles voltados para a assistência em saúde, a presente revisão tem por objetivo de verificar a eficácia da utilização dos aplicativos móveis para promover o autocuidado em indivíduos diabéticos.

MÉTODO

Desenho do Estudo

Diante da necessidade de embasamento teórico para a elaboração de um aplicativo móvel para o cuidado com os pés de pacientes com diabetes, deparamo-nos com um insipiente número de publicações na literatura sobre a contribuição de aplicativos móveis na assistência à saúde, frente a isso, desenvolveu-se uma revisão sistemática da literatura a fim de verificar os estudos existentes que comprovem a eficácia da intervenção dos aplicativos móveis para promoção do autocuidado em indivíduos com diabetes.

Observou-se as recomendações do *Cochrane Handbook* para realização desta revisão sistemática. Dessa forma a revisão foi conduzida metodologicamente seguindo as seguintes fases: elaboração da questão norteadora e busca sistematizada na literatura.

A questão norteadora, elaborada segundo a estratégia PICO[21] foi assim definida: "O uso de aplicativos móveis contribui de forma eficaz para o autocuidado em pacientes com diabetes?"

Critérios de seleção

Os critérios de inclusão para a pesquisa foram: estudos clínicos randomizados realizados nos últimos 10 anos, disponibilizados gratuitamente ou não nas bases de dados indexadas, cujos participantes eram pessoas com diabetes com faixa etária entre 18 a 100 anos, submetidos ao uso de aplicativos móveis, visando autocuidado quanto ao DM, nos

idiomas inglês, português e espanhol.

A busca das publicações foi realizada nas seguintes bases de dados: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Índice Bibliográfico Espanhol de Ciências da Saúde (IBECS) via Biblioteca Virtual de Saúde, e *Medical Literature Analysis and Retrieval Sistem on-line* (MEDLINE), através do site da PUBMED. A estratégia de busca utilizada nas referidas bases de dados e termos definidos estão apresentados na tabela 1. O levantamento bibliográfico foi conduzido a partir da combinação dos descritores controlados, disponíveis pelo *Mesh* e *Decs*: "aplicativos móveis"; "prevenção"; "autocuidado" e "diabetes *mellitus*".

Base de dados	Estratégia de busca
LILACS/ IBECS	tw:((((“Mobile Applications” OR “Aplicaciones Móviles” OR “Aplicativos Móveis”) AND (prevention OR prevención OR prevenção OR “Self Care” OR autocuidado OR autocuidado))) AND (diabetes)) AND (instance:”regional”) AND (la:(“en” OR “es” OR “pt”))
MEDLINE	(((((“Mobile Applications”[Title/Abstract]) OR “Mobile Applications”[Mesh:noexp])) AND (((“Self Care”[Title/Abstract] OR Prevention[Title/Abstract])) OR “Self Care”[Mesh:noexp]))) AND ((“Diabetes”[Title/Abstract]) OR “Diabetes Mellitus”[Mesh:noexp])

Tabela 1 – Estratégia de busca nas bases de dados selecionadas – Belo Horizonte, 2017

Análise e tratamento dos dados

Conforme os critérios PRISMA[22], para a seleção inicial dos estudos duas revisoras independentes, enfermeiras e estudantes de pós graduação Scricto *sensu*, analisaram os títulos e resumos das publicações a serem incluídas, aqueles selecionados, foram lidos na íntegra e submetidos a escala de Jadad[23], que trata-se de uma escala largamente utilizada para avaliar de forma independente a qualidade metodológica de um ensaio clínico. O grau de concordância entre os revisores foi verificado pela medida *Kappa* e possíveis discordâncias foram resolvidas por consenso entre examinadores.

Para extração dos dados, após a leitura completa das publicações, foi aplicado um formulário desenvolvido pelas pesquisadoras para obtenção das informações pertinentes à pesquisa. O formulário foi uma ferramenta utilizada para compilar informações sobre a duração e o período do estudo; participantes; grupos etários; problemas de saúde e comorbidades; informações sobre as intervenções realizadas nos grupos participantes; os aplicativos desenvolvidos e/ou testados; países dos estudos e demais dados clínicos que contribuíssem para a discussão do estudo. Por fim, para a análise, os dados foram estratificados e analisados por desfechos.

RESULTADOS

Foram localizados, inicialmente, 70 artigos no MEDLINE, 02 na LILACS, 01 no IBECS, totalizando 73 artigos. Como resultado da análise pelo título e resumo, foram pré-selecionados 13 artigos para leitura na integra. O grau de concordância entre os revisores nesse primeiro momento, estabelecido pela medida *Kappa,* foi de 0,883. Os artigos duplicados entre as bases de dados foram computados apenas uma vez e assim foram selecionados 08 artigos para os quais foi aplicada a escala de Jadad[23] e após verificação da qualidade dos estudos, todos estes foram incluídos.

Utilizando-se a busca reversa, a partir da leitura dos 08 artigos que compuseram a amostra extraída das bases de dados pesquisadas, não foram encontrados artigos relacionados ao tema a serem acrescentados.

Todas as publicações que compuseram a amostra final da pesquisa eram de publicações no idioma inglês, sendo que os estudos foram realizados em países tais como Estados Unidos, Canadá e Alemanha.

A tabela 2 apresenta a síntese dos estudos selecionados e os escores obtidos na avaliação da qualidade metodológica pela Escala Jadad[23].

O ano de publicação dos estudos incluídos contemplou o período de 2007 a 2017, sendo: 02 publicados em 2016; 05 artigos em 2015 e apenas 01 em 2014. Todos os estudos foram descritos como randomizados e juntos totalizaram 979 pacientes que foram recrutados, dos quais 480 foram randomizados para o grupo que fez uso de aplicativos móveis visando ao autocuidado e automonitoramento, e os demais para outras intervenções tradicionais de autocuidado.

Os estudos descritos na tabela 2 corroboram que os aplicativos móveis são eficazes no autocuidado e na promoção da saúde da pessoa com diabetes.

Artigo	Tipo de estudo, nº de pacientes	Intervenção	Tempo de seguimento	Desfecho	Escala de Jadad
A	Ensaio Clínico Randomizado N=150	Experimental: aplicativo para autogestão do diabetes e cuidados tradicionais Controle: Cuidados tradicionais	12 meses	Em andamento	4
B	Ensaio Clínico Randomizado N=63	Experimental: aplicativo diário para controle do diabetes Controle: diária de papel	3 meses	Mudança na qualidade de vida	2
C	Ensaio Clínico Randomizado N=199	Grupo 1: aplicativo de monitoramento e feedback e consultas profissionais de apoio e orientações. Grupo 2: receberam apenas consultas de apoio e orientação. Grupo 3: cuidados tradicionais	12 meses	Melhoria na realização de atividades físicas	5

D	Ensaio Clínico Randomizado N=61	Experimental: Programa domiciliar de exercício e aplicativo. Controle: consultas médicas, folhetos, podômetro.	5 meses	Perda de peso	4
E.	Ensaio Clínico Randomizado N=151	Experimental: Grupo 1: aplicativo Grupo 2: aplicativo e orientações profissionais Controle: orientações profissionais	12 meses	Redução hemoblobina glicada	3
F	Ensaio Clínico Randomizado N=30	Experimental: aplicativo móvel com feedback do autocuidado Controle: aplicativo sem feedback do autocuidado	23 semanas	Número de eventos hipoglicêmicos e hiperglicêmicos durante os períodos de observação	2
G	Ensaio Clínico Randomizado N=100	Experimental: aplicativo para automonitoramento glicemia Controle: cuidados tradicionais	3 meses	Redução hemoglobina glicada	2
H	Ensaio Clínico Randomizado N=225	Experimental: aplicativo para autocuidado Controle: cuidados tradicionais	12 meses	Redução hemoglobina glicada e melhoria da qualidade de vida	5

Tabela 2 – Relação dos estudos selecionados; síntese dos ensaios clínicos e os escores obtidos na avaliação da qualidade metodológica pela Escala Jadad – Belo Horizonte, 2017

DISCUSSÃO

Diabetes *Mellitus* (DM) é uma doença multifatorial que acarreta inúmeras complicações, muitas destas fatais, ou que causam danos irreversíveis na qualidade de vida dos indivíduos. Aproximadamente 90% das pessoas com diabetes têm o tipo 2. Desde o início dos primeiros sinais da doença até a ocorrência dos sintomas mais graves, muitas pessoas com diabetes não diagnosticada já apresentam complicações como doença renal crônica, insuficiência cardíaca, retinopatia e neuropatia, o que justifica a necessidade de uma detecção precoce, diagnóstico e tratamento adequados, determinando dessa forma a prevenção ou retardo das devastadoras complicações relacionadas a doença(24).

O pé diabético é destas complicações a mais frequente e na mesma medida trata-se de uma das mais previníveis. As úlceras nos pés e as amputações são consequência da neuropatia periférica e/ou da doença arterial periférica e são as maiores causas de morbidade e mortalidade em pessoas com diabetes(25).

Recomenda-se que todas as pessoas com diabetes tenham seus pés avaliados a cada visita ao profissional de saúde e que todos tenham pelo menos uma vez ao ano, uma avaliação com o teste do monofilamento. Destaca-se, porém, que a educação para o autocuidado representa o pilar de maior sucesso para o controle do DM(25).

É crucial no tratamento do diabetes a educação para a autogestão da doença, ou seja, educação para o autocuidado. Pacientes e profissionais de saúde devem se concentrar em otimizar mudanças no manejo do DM e de suas complicações visando empoderamento e conscientização dos indivíduos de como auto gerir seu estilo de vida(25).

A necessidade de melhoria na autogestão do diabetes emerge estudos que fomentam ferramentas que buscam auxiliar os indivíduos a ter melhor controle e consciência da sua condição de saúde.

Apesar do autocuidado ser a base do manejo das doenças crônicas, a maioria dos pacientes não recebem orientações voltadas para a autogestão da doença e não são educados para se engajar em práticas de saúde e mudanças diárias necessárias de autocuidado que contribuam com a melhoria da sua saúde(26).

A partir dos estudos componentes da presente pesquisa verificou-se que a incorporação de aplicativos móveis no manejo do autocuidado do DM é uma ferramenta eficaz e produz resultados benéficos para a qualidade de vida das pessoas com diabetes.

Como demonstrado pelos resultados da revisão sistemática todos os estudos que testaram a utilização dos aplicativos móveis para autocuidado de pessoas com diabetes foram desenvolvidos em países estrangeiros, não obstante em economias desenvolvidas. No Brasil não foi identificado estudos clínicos nesta perspectiva o que nos leva a pensar que estamos ainda aquém no desenvolvimento de tecnologias na área da saúde e que nossos processos de inovação tecnológica em saúde ainda são pouco explorados, a maioria das vezes por falta de investimentos financeiros em pesquisa de desenvolvimento.

O Brasil aparece muito atrás de várias economias no ranking de inovação, até mesmo de outros países subdesenvolvidos, com economias mais pobres que a nossa, tais como Costa Rica e Panamá, e segundo especialistas tal fato decorre da burocracia exagerada, lentidão na aprovação de pesquisas cientificas, além dos altos custos para desenvolvimento dos estudos, o que caminha da direção contrária dos investimentos, que são extremamente baixos(27).

Quanto ao ano de publicação dos estudos incluídos observamos que apesar de termos buscado publicações nos últimos 10 anos, todas as pesquisas foram desenvolvidas nos últimos 3 anos, sendo a maior concentração delas no ano de 2015, o que corrobora com pesquisa realizada por uma entidade americana que estuda soluções industriais para problemas de saúde(28), onde demonstra que o uso de aplicativos relacionados a saúde passou para 32% em 2015, em relação a 2013 que era de 16%, em usuários de *smartphones.*

Estudos realizados por estudiosos do tema(29-31) demonstraram que o uso de aplicações móveis para a mudança de hábitos de vida e melhoria da qualidade de vida de pacientes com diabetes é eficaz e trata-se de uma maneira econômica e conveniente de realizar intervenções comprovadas na autogestão do DM.

Observa-se que os estudos que avaliaram desfechos que envolviam mudança

nos hábitos de vida – fatores estes que contribuem diretamente para a prevenção de complicações do DM e agravamento do quadro da doença – e de mensuração na melhoria da qualidade de vida, tiveram mudanças estatisticamente significativas entre os grupos controles e intervenção, demonstrando a contribuição do uso dos aplicativos para a saúde dos indivíduos com diabetes.

Entretanto verifica-se, como evidenciado por outras pesquisas(32-35), que o uso de aplicativos moveis para o controle da hemoglobina glicada não conferiu diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, quando comparado a terapias convencionais, demonstrando nesse caso, que o uso dos aplicativos para o controle glicêmico não conferiria maiores benefícios para os pacientes.

Os estudos citados logo acima, tiveram como desfechos primários o controle glicêmico, porém entre os desfechos secundários, foram realizadas comparações entre perda de peso, melhoria na pressão arterial, diminuição da circunferência abdominal, e quanto a esses aspectos os grupos que fizeram uso dos aplicativos móveis obtiveram melhores resultados do que os grupos controles, já que houve maior perda de peso, controle da pressão arterial e diminuição da circunferência abdominal nos grupos experimentais.

Os desfechos que incluíam melhorias nos hábitos e na qualidade de vida, ou seja que avaliavam a diminuição dos fatores de risco para complicações do DM, a partir da inserção de aplicativos móveis no autocuidado dos pacientes, foram estatisticamente mais significantes nos grupos experimentais, em relação aos grupos controles, que fizeram uso de terapias convencionais, tais como consultas com profissionais de saúde periódicas e orientações dadas por estes.

Já o controle dos níveis glicêmicos e da hemoglobina glicada não apresentou diferença entre os grupos, demonstrando que esta medida laboratorial não sofreu melhoria pelo uso de aplicativos para o autocuidado em DM, quando comparado ao emprego de terapias convencionais. Isso pode ser devido ao fato de que tal medida é secundária as alterações no estilo de vida, tais como melhoria na pratica de atividade física e realização de dieta adequada, como os dois grupos foram orientados para tal, é esperado que em ambos os níveis glicêmicos tenham ficado equiparados.

Entretanto podemos levantar o questionamento que já que nos grupos experimentais os resultados dos desfechos relacionados a mudança de hábitos de vida foram melhores, demonstrando que nesses grupos os indivíduos promoveram mais o autocuidado do que nos grupos de terapias convencionais, os níveis glicêmicos que são diretamente proporcionais a melhoria nos fatores de risco, também deveriam ter aumentado. A não melhoria proporcional dos níveis glicêmicos, medidos pela hemoglobina glicada, na maioria dos estudos incluídos na pesquisa, em relação à melhoria dos fatores de risco, pode ter sido devido ao tempo de realização dos estudos, já que as pesquisas que mensuraram como desfecho primário a redução dos níveis glicêmicos tiveram duração de poucas semanas e tal fato pode ter influenciado que a melhoria dos níveis glicêmicos ainda não pudesse ser

refletida nos desfechos, visto que as mudanças de hábitos refletem a longo prazo o controle do DM e a medida da hemoglobina glicada reflete a média das glicemias dos últimos 3 meses aproximadamente.

Verifica-se, portanto, que os aplicativos móveis contribuem para a melhor gestão do DM, quando auxilia no controle dos fatores de risco que contribuem para a progressão desfavorável da doença, melhorando a qualidade de vida, o autocuidado e dessa forma auxiliando na prevenção de complicações e agravamento dos sinais e sintomas.

Os estudos são unânimes ao afirmar que a intervenção dos aplicativos móveis na saúde, além de contribuir para a incorporação de novas tecnologias no cuidado em saúde, auxilia o paciente a autogerir sua saúde e influência em fatores de risco para quadros mais severos da doença.

Diante das evidencias que vislumbram a satisfatória contribuição dos aplicativos móveis para o autocuidado das pessoas com diabetes, a elaboração do protótipo voltado para a prevenção do pé diabético vem corroborar com as favoráveis perspectivas do uso das aplicações móveis no cuidado em saúde.

CONCLUSÃO

Esta revisão sistemática permitiu concluir que os aplicativos móveis são eficazes para o autocuidado e automonitoramento dos pacientes com diabéticos e que há evidencias de programas móveis voltados para a saúde dos indivíduos com diabetes que são alicerçados por evidencias cientificas, garantindo dessa forma a segurança de seus usuários.

A utilização das aplicações móveis no autocuidado e automonitoramento dos pacientes com diabetes, desde que sejam programas computacionais testados e validados, é segura e garante inúmeros benefícios aos seus usuários, como demonstrado pelos estudos clínicos randomizados discutidos na presente revisão, proporcionando o controle da doença e a prevenção de complicações, na medida em que permite o controle dos fatores de risco do Diabetes *mellitus*.

REFERÊNCIAS

1.World Health Organization. Global report on Diabetes [Internet]. Geneve: World Health Organization; 2016 [cited 2017 Jul 27]. Available from: http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204871/9789241565257_eng.pdf;jsessionid= 9F9E6B4400AFC 70F7D2F9B 10990BE8B5?sequence=1.

2. Sociedade Brasileira de Diabetes. E-book 2.0: Diabetes na pratica clínica [Internet]. São Paulo: Sociedade Brasileira de Diabetes; 2017 [citado 2017 jul. 28]. Disponível em: http://www.diabetes.org.br/ebook/component/k2/item/73-capitulo-1-aspectos-epidemiologicos-do-diabetes-mellitus-e-seu-impacto-no-individuo-e-na-sociedade.

3. International Diabetes Federation. Diabetes Atlas [Internet]. Belgium: IDF; 2017 [cited 2018 Jun 14]. Available from: http://diabetesatlas.org/resources/2017-atlas.html

4. International Diabetes Federation. Diabetes Atlas [Internet]. Belgium: IDF; 2015 [cited 2017 Jun 14]. Available from: https://www.idf.org/e-library/epidemiology-research/diabetes-atlas/13-diabetes-atlas-seventh-edition.html.

5. Grupo de Trabalho Internacional sobre Pé Diabético. Consenso Internacional sobre Pé Diabético/ publicado sob a direção de Hermelinda Cordeiro Pedrosa; tradução de Ana Claudia de Andrade, Hermelinda Cordeiro Pedrosa [Internet]. Brasília: Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal; 2001 [citado 2017 ago. 20]. 100 p. Disponível em: http://189.28.128.100/dab/docs/publicacoes/geral/conce_inter_pediabetico.pdf

6. Pedrosa H, Boulton A. Neuropatias e pé diabético. São Paulo: AC Farmacêutica; 2014.

7. Cordeiro J, Soares S, Figueiredo E. Escola de Saúde Pública do Estado de Minas Gerais. Curso de Atualização Profissional em Manejo Clínico do Pé Diabético [Impresso]. Minas Gerais: ESPMG; 2010.

8. Boulton, A. The diabetic foot. Endotext [Internet]. 2016 [cited 2017 Ago 23]. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK409609/?report=classic#diab-foot.toc-introduction.

9. Boas Gomes-Villas LC, Foss MC, Foss-Freitas MC, Torres HC, Monteiro LZ, Pace AE. Adherence to diet and exercise among people with diabetes mellitus. Texto Contexto Enferm. 2011;20(2):272-79. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S0104-07072011000200008.

10. Compeán Ortiz LG, Galegos Cabriales EC, González González JG, Gómez Meza MV. Condutas de autocuidado e indicadores de saúde em adultos com diabetes tipo 2. Rev Latinoam Enferm. 2010;18(4):675-80. DOI: https://doi.org/10.1590/S0104-11692010000400003.

11 Neta D, Silva AR, Silva G. Adherence to foot self-care in diabetes mellitus patients. Rev Bras Enferm. 2015;68(1):111-16. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/0034-7167.2015680115p.

12.Organização Mundial da Saúde. Cuidados inovadores para condições crônicas: componentes estruturais de ação: relatório mundial [Internet]. Geneve: OMS; 2003 [citado 2017 set. 21]. Disponível em: http://www.who.int/chp/knowledge/publications/icccportuguese.pdf.

13. American Diabetes Association. Introduction: diagnosis and classification of diabetes mellitus [Internet]. Diabetes Care. 2015 [cited 2017 Set 21];38(Suppl.1):S1-S2.

14. Vieira Santos ICR, Sobreira CMM, Nunes ENS, Morais MCA. Prevalência e Fatores Associados a amputações por pé diabético. Cien Saude Colet. 2013;18(10):3007-14. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232013001000025.

15. Singh D, Ham C. Improving care for people with long term conditions: a review of UK and international frameworks [Internet] Birmingham: Institute for Innovation and Improvement of University of Birmingham; 2006 [cited 2017 Ago 15]. Available from: http://www.improvingchroniccare.org/downloads/review_of_international_frameworks__chris_hamm.pdf

16. Brasil. Ministério da Saúde. Política Nacional de Gestão de Tecnologias em Saúde [Internet]. Brasília: Ministério da Saúde; 2010 [citado 2017 nov. 15]. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_nacional_gestao_tecnologias_saude.pdf

17. Viana ALD, Iozzi FL, Albuquerque MV, Bousquat A. Saúde, desenvolvimento e inovação tecnológica: nova perspectiva de abordagem e de investigação. Lua Nova. 2011;83:41-77. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S0102-64452011000200003

18. Rocha PK, Prado ML,Wal ML. Cuidado e tecnologia: aproximações através do Modelo de Cuidado. Rev bras enferm. 2008;61(1):113-16. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S0034-71672008000100018.

19. Tibes CMS, Dias JD, Zem-Mascarenhas SH. Aplicativos móveis desenvolvidos para área de saúde no Brasil: revisão integrativa da literatura. Rev Min Enferm. 2014;18(2):471-78. DOI: http://www.dx.doi.org/10.5935/1415-2762.20140035

20. Research2Guidance. Global Mobile Health Trends and Figures Market Report 2013-2017 [Internet]. Berlin: Research2Guidance; 2013 [cited 2017 Nov 15]. Available from**:** https://research2guidance.com/wp-content/uploads/2015/08/Mobile-Health-Trends-and-Figures-2013-17-Preview.pdf

21. Santos C, Pimenta C, Nobre M. A estratégia PICO para a construção da pergunta de pesquisa e busca de evidências. Rev Latino-Am Enferm. 2007;15(3):508-11 DOI: http://dx.doi.org/10.1590/S0104-11692007000300023.

22. Galvão TF, Pansani TSA, Harrad D, tradutores. Principais itens para relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises: A recomendação PRISMA. Epidemiol Serv Saude. 2015;24(2):335-42. DOI: http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742015000200017

23. Jadad AR, Moore RA, Carroll D, Jenkinson C, Reynolds DJ, Gavaghan DJ, et al. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary? Control Clin Trials.1996;17:1–12. DOI: https://doi.org/10.1016/0197-2456(95)00134-4.

24. International Diabetes Federation. Clinical Practice Recommendation on the Diabetic Foot: A guide for health care professionals [Internet] Belgium: IDF; 2017 [cited 2017 Nov 15] Available from: https://www.diabetesresearchclinicalpractice.com/article/S0168-8227(17)30588-0/fulltext.

25. American Diabetes Association. Introduction: Standards of Medical Care in Diabetes [Internet]. Diabetes Care. 2018 [cited 2018 Jul 15]. Available from: http://care.diabetesjournals.org/content/41/Supplement_1/S1.

26. Klein HA, Lippa KD. Type 2 Diabetes Self-Management: Controlling a Dynamic System. Journal of Cognitive Engineering and Decision Making. 2008;2(1)48-62. DOI: http://dx.doi.org/10.1518/155534308X284363.

27.Souza C. O que trava a inovação em saúde no Brasil [Internet]. São Paulo: Saúde Business; 2015 [citado 2017 set. 13]. Disponível em: https://saudebusiness.com/noticias/o-que-trava-inovacao-em-saude-no-brasil/.

28. Health Reserarch Institute. Institute.Top health industry issues of 2018 [Internet]. London: HRI; 2018 [cited 2017 Set 13]. Available from: https://www.pwc.com/us/en/industries/health-industries/top-health-industry-issues.html

29. Drion I, Pameijer L, van Dijk P, Groenier K, Kleefstra N, Bilo H. The effects of a mobile phone application on quality of life in patients with type 1 diabetes mellitus: a randomized controlled trial. J Diabetes Sci Technol. 2015; 9(5)1086-91. DOI: http://dx.doi.org/10.1177/1932296815585871

30. Weegen S, Verwey R, Spreeuwenberg M, Tange H, van der Weijden T, de Witte L. It's LiFe! Mobile and web-based monitoring and feedback tool embedded in primary care increases physical activity: a cluster randomized controlled trial. J Med Internet Res. 2015;17(7)e184. DOI: http://dx.doi.org/ 10.2196/jmir.4579

31. Fukuoka Y, Gay C, Joiner K, Vittinghoff E. A novel diabetes prevention intervention using a mobile app: a randomized controlled trial with overweight adults at risk. Am J Prev Med. 2015;49(2)223-37. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.amepre.2015.01.003.

32. Holmen H, Torbjørnsen A, Wahl A, Jenum A, Småstuen M, Årsand E, et al. A mobile health intervention for self-management and lifestyle change for persons with type 2 diabetes, part 2: one-year results from the Norwegian randomized controlled trial. JMIR mHealth and uHealth. 2014;2(4)e57. DOI: http://dx.doi.org/10.2196/mhealth.3882.

33. Zhou W, Chen M, Yuan J, Sun Y. Welltang. A smart phone-based diabetes management application–Improves blood glucose control in Chinese people with diabetes. Diabetes Res Clin Pract. 2016;116:105-10. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.diabres.2016.03.018.

34. Karhula T, Vuorinen A, Rääpysjärvi K, Pakanen M, Itkonen P, Tepponen M, et al. Telemonitoring and mobile phone-based health coaching among Finnish diabetic and heart disease patients: randomized controlled trial. J Med Internet Res. 2015;17(6)e153. DOI: http://dx.doi.org/10.2196/jmir.4059.

35. Skrøvseth, Årsand E, Godtliebsen F, Joakimsen R. Data-driven personalized feedback to patients with type 1 diabetes: a randomized trial. Diabetes Technol Ther. 2015;17(7),482-89. DOI: http://dx.doi.org/10.1089/dia.2014.0276

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, MICROCREDENCIAIS E O PROCESSO DE ENFERMAGEM: POTENCIALIDADES PARA A APRENDIZAGEM BASEADA EM COMPETÊNCIAS

Data de aceite: 01/02/2023

Angélica Oliveira Veríssimo da Silva
Doutoranda em Didática e Desenvolvimento Curricular, Departamento de Educação e Psicologia, Universidade de Aveiro, Aveiro, Portugal
ORCID: 0000-0001-8666-8009

Carlos Manuel das Neves Santos
Departamento de Comunicação e Arte, Universidade de Aveiro, Centro de Investigação em Média Digitais e Interação, Aveiro, Portugal
ORCID: 0000-0003-0961-8088

Luís Francisco Mendes Gabriel Pedro
Departamento de Comunicação e Arte, Universidade de Aveiro, Centro de Investigação em Média Digitais e Interação, Aveiro, Portugal
ORCID: 0000-0003-1763-8433

António Augusto de Freitas Gonçalves Moreira
Departamento de Educação e Psicologia, Universidade de Aveiro, Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores, Aveiro, Portugal
ORCID: 0000-0003-0040-2811

Palmira da Conceição Martins de Oliveira
Escola Superior de Enfermagem do Porto, Centro de Investigação em Tecnologias e Serviços de Saúde
Porto, Portugal
ORCID:0000-0002-4025-1969

Cristina Maria Correia Barroso Pinto
Escola Superior de Enfermagem do Porto, Centro de Investigação em Tecnologias e Serviços de Saúde
Porto, Portugal
ORCID: 0000-0002-6077-4150

RESUMO: Objetivo: Identificar as potencialidades da inteligência artificial e das microcredenciais para a utilização dentro do processo de enfermagem para a promoção da aprendizagem baseada em competências na enfermagem. **Revisão de literatura:** O processo de enfermagem é parte constituinte do perfil das competências profissionais do enfermeiro. A aprendizagem baseada em competências tem fornecido contributos efetivos para o desenvolvimento das competências profissionais do enfermeiro. Nesta perspetiva, a estratégia pedagógica de microcredenciais, baseada

em cursos de curta duração tem como objetivo desenvolver as competências profissionais. A revisão de literatura permitiu identificar as seguintes potencialidades da inteligência artificial no contexto dos cuidados em saúde: auxílio no processo de tomada de decisão, redução dos erros diagnósticos e terapêuticos, otimização do trabalho da enfermagem e fornecimento de cuidados em saúde mais seguros, eficientes e eficazes. **Conclusão:** A utilização de forma combinada da inteligência artificial com a estratégia didática de microcredenciais poderá promover a aprendizagem baseada em competências, e dessa forma, fornecerão contributos para o desenvolvimento das competências profissionais do enfermeiro.
PALAVRAS-CHAVE: Inteligência Artificial; Microcredenciais; Educação Baseada em Competências; Processo de Enfermagem.

ARTIFICIAL INTELLIGENCE, MICROCREDENTIALS AND NURSING PROCESS: POTENCIALS FOR COMPETENCY-BASED LEARNING

ABSTRACT: Aim: Identify the potencials of artificial intelligence and micro credentials for application inside of process of nursing for the promotion of learning base on competency-based learning in nursing. **Summary of Literature:** The process of nursing is constituint part of professional competences profile of the nurse. Competency-based learning has provided effective contributions to the development of nurses' professional skills. In the perspective, the pedagogical microcredentials, base on short courses have the objective of improve the professional competences. The summary of literature allow identify the subsequent potencials of artificial intellingence in the context of precaution of health: assintence of process decision-making, decrease of diagnostics and therapeutic mistakes, nursing work optmization, cares suplly of health more safe, efficent and effective. **Conclusion:** The utilization in order to artificial intelligence with didactic of microcredentials promote the competency-based learning, and therefore, can contribute for the development of nurse professional competences.
KEYWORDS: Artificial Intelligence, Microcredentials, Competency-based learning, Nursing Process.

1 I INTRODUÇÂO

A enfermagem como profissão configura-se como a maior força de trabalho na área da saúde, tanto pela quantidade de profissionais quanto pelo cariz de proximidade com os doentes. Weber et al. (2022) ressaltam que a proximidade com os doentes oferece oportunidades para a realização de intervenções eficazes em inúmeros contextos. A estreita relação com os doentes e toda a complexidade envolvida no cuidar, atrelado aos avanços tecnológicos e ao desenvolvimento da medicina, exige do enfermeiro competências que permitam prestar cuidados seguros e de qualidade (Ribeiro et al., 2020). De entre as competências profissionais do enfermeiro está a realização do processo de enfermagem (PE), sendo que este configura-se com um saber específico e imprescindível na prática profissional do enfermeiro (Adamy et al., 2020).

Infelizmente, alguns estudos, tal como o de Bellaera et al. (2021), permitem inferir que, de uma forma geral, a maioria das instituições de ensino superior (ES) têm falhado no

que concerne ao desenvolvimento das competências profissionais dos seus estudantes. Esta ausência de proficiência tem-se repercutido no mercado trabalho. Um estudo recente realizado com trabalhadores nos Estados Unidos pela *Association of American Colleges and Universities,* concluiu que a maioria dos graduados não possuíam as competências necessárias para a realização das suas atividades profissionais, e apenas 39% se encontravam bem preparados para exercer a profissão (Bellaera et al., 2021).

Além disso, a 4.ª Revolução Industrial e a pandemia por COVID-19 fomentaram profundas mudanças no mundo do trabalho (Haderer & Ciolacu, 2022). Para o fornecimento de respostas assertivas para este exigente mundo demanda-se dos profissionais adaptabilidade. Por sua vez, para a adaptabilidade, processos formativos adequados tornam-se imprescindíveis. Tendo em vista as mudanças do mercado de trabalho, justifica-se novas abordagens para o ensino e aprendizagem nos contextos de formação. Até porque tal como ressaltam Haderer & Ciolacu (2022), o modelo tradicional de ensino e aprendizagem não consegue mais atender as necessidades de formação dos profissionais.

De modo a colmatar a ausência de competências profissionais, a aprendizagem baseada em competências tem sido utilizada em inúmeras instituições de ES. É considerada como fundamental para preencher a lacuna entre o ensino teórico e a prática profissional (Tilley et al., 2007). Em congruência, as metodologias ativas de ensino e aprendizagem, são ferramentas com potencial para a aquisição das competências profissionais (Carvalho et al., 2017), pois favorece a conexão entre o saber teórico e o prático.

Um exemplo que integra as metodologias ativas de ensino e aprendizagem com a aprendizagem baseada em competências é a estratégia pedagógica de microcredenciais, cujo foco está no local de trabalho e no desenvolvimento/aprimoramento das habilidades profissionais (Kukulska-Hulme et al., 2022). Paralelamente, a inovação tecnológica tem fornecido inúmeros contributos a sociedade, da qual é exemplo a inteligência artificial (IA) devido a sua multidimensionalidade, amplo poder e versatilidade (Nasseef et al., 2022). A IA tornou-se prevalente no âmbito do processo de ensino e aprendizagem devido seu potencial de transformação, adaptabilidade e acessibilidade (Davenport & Kalakota, 2019). Sendo assim, a associação da IA com microcredenciais poderá fornecer excelentes contributos para a aprendizagem baseada em competências dos profissionais da enfermagem.

Tendo em vista que o PE se afigura como constituinte do perfil de competências profissionais do enfermeiro, acrescido do facto da estratégia pedagógica de microcredenciais ter o foco em desenvolver competências profissionais, e, da versatilidade da IA, importa dar resposta a seguinte questão: Quais as potencialidades da IA e das microcredenciais como ferramentas a serem utilizadas no PE para a promoção da aprendizagem baseada em competências? Neste sentido, foi definido como objetivo: Identificar as potencialidades da IA e das microcredenciais para a utilização dentro do PE para a promoção da aprendizagem baseada em competências na enfermagem.

2 I REVISÃO DE LITERATURA

Processo de enfermagem

Na enfermagem, competência profissional relaciona-se com a capacidade de se utilizar de forma integrada os conhecimentos, as capacidades, as habilidades e as atitudes em contexto da prática clínica (Ordem dos Enfermeiros, 2011). Neste enquadramento, o PE configura-se com um saber específico e imprescindível na prática profissional do enfermeiro (Adamy et al., 2020). Como recurso metodológico possibilita organizar o processo de trabalho e do cuidado em enfermagem, à medida que sustenta o julgamento clínico e o processo de tomada de decisão (Adamy et al., 2020). Acrescenta-se ainda que o PE é um recurso fundamental para a comunicação entre a equipa de enfermagem e multidisciplinar (Mousavinasab et al., 2020).

O PE é dividido em cinco fases, nomeadamente Histórico, Diagnóstico, Planeamento, Implementação e Avaliação de Enfermagem, sendo estas determinadas por uma sequência dinâmica de ações que se interrelacionam e interdependem (Soares et al., 2018). O histórico permite coletar dados relevantes sobre o doente e o seu contexto familiar, social e profissional. A partir do histórico é possível então determinar os diagnósticos prioritários do doente. Munido do diagnóstico, o enfermeiro realiza o planeamento das intervenções de enfermagem. Na fase seguinte é o momento de implementar intervenções planeadas. E por fim, avaliar os resultados mediante o plano de cuidados estabelecidos (Mousavinasab et al., 2020; Soares et al., 2018).

Para a execução do PE faz-se necessário que o enfermeiro seja detentor de conhecimento teórico-prático, para além das capacidades de inferência, análise e raciocínio clínico (Chiavone et al., 2021). Neste sentido, é fundamental que os estudantes de enfermagem e os enfermeiros sejam treinados por meio de recursos didáticos que favoreçam e potencializem as competências profissionais, nomeadamente o pensamento crítico, a resolução de problemas e o processo de tomada de decisão (Mousavinasab et al., 2020).

Nesta perspetiva, a tecnologia da informação e comunicação (TIC) tem fornecido inúmeras contribuições a sociedade, particularmente para a educação dos profissionais das áreas da saúde. Assim sendo, a articulação da enfermagem com as TIC favorece o cuidado seguro, e, uma melhor assistência ao doente, família e coletividade (Soares et al., 2018).

Aprendizagem baseada em competências

A aprendizagem baseada em competências tem sido descrita como uma abordagem educacional transformadora na enfermagem. Assume-se como tal ao facilitar que os estudantes desenvolvam capacidades para a análise de informações e tomada de decisão (Muraraneza & Mtshali, 2018). Além disso, a aprendizagem baseada em competências

incentiva o desenvolvimento de habilidades cognitivas de ordem superior e, de profissionais autónomos e criativos, o que favorece o bom julgamento clínico e a tomada de decisão segura, eficaz e ética (Muraraneza & Mtshali, 2018). É considerada como fundamental para preencher a lacuna entre o ensino teórico e a prática profissional (Tilley et al., 2007). Até porque, o seu foco está na premissa que os estudantes adquiram conhecimentos, capacidades, habilidades e atitudes num determinado domínio de competências (Kukulska-Hulme et al., 2022). Ao possibilitar contextos de aprendizagem reais, ou que simulam a realidade, favorece a conexão entre o saber teórico e o prático. Dessa forma, assegura a transição do "ser estudante" para o "ser enfermeiro".

Em congruência, as investigações desenvolvidas por Zaker et al. (2017); Marangaloo & Mohammadpour (2017) evidenciaram que a aprendizagem baseada em competências é mais eficaz para o desenvolvimento das competências profissionais dos estudantes de enfermagem do que o método de ensino tradicional. Para o desenvolvimento das competências profissionais é imprescindível garantir ambientes de aprendizagem que permitam o envolvimento ativo dos estudantes. As metodologias ativas de ensino são eficazes para a promoção de processos cognitivos de ordem superior (Zanchetta et al., 2017). Dessa forma, é necessário que o estudante seja envolvido em todo o processo de construção da aprendizagem, para além de ser imperativo a individualização do ensino e contextos práticos de aprendizagem (Tilley et al., 2007).

Microcredenciais

Os conhecimentos, as capacidades e as habilidades como um conjunto de competências profissionais podem ser divididos em domínios ou microcredenciais, conforme o *Innovating Pedagogy* 2022 (Kukulska-Hulme et al., 2022). Neste contexto, a estratégia pedagógica de microcredenciais, cujo foco está no local de trabalho e nas habilidades profissionais, fundamenta-se em cursos de curta duração com o objetivo de desenvolver competências profissionais. Dessa forma, essa eficaz estratégia assegura a transição do ser estudante para o ser profissional (Kukulska-Hulme et al., 2022).

> *"A micro-credential is the record of the learning outcomes that a learner has acquired following a small volume of learning. These learning outcomes have been assessed against transparent and clearly defined standards.*
>
> *Courses leading to micro-credentials are designed to provide the learner with specific knowledge, skills and competences that respond to societal, personal, cultural or labour market needs.*
>
> *Micro-credentials are owned by the learner, can be shared and are portable. They may be standalone or combined into larger credentials. They are underpinned by quality assurance following agreed standards in the relevant sector or area of activity"* (European Commission, 2021, p.1).

As microcredenciais são qualificações que atestam os resultados do processo de aprendizagem decorrentes de "pequenas" experiências de aprendizagem operacionalizadas

por meio de cursos curtos ou módulos. São consideradas flexíveis e inclusivas pela European Commission (2021), uma vez que podem ser utilizadas por diferentes perfis e para diferentes necessidades para a promoção de habilidades e competências essenciais do exigente mercado de trabalho. Ressalva-se que as microcredenciais não objetivam substituir os cursos de formação e qualificação tradicionais, antes, o seu objetivo é de atuar em complementaridade, e, dessa forma, instrumentalizar ou até mesmo “reavivar” as habilidades e competências para o exercício profissional (European Commission, 2021).

Devido a sua potencialidade para a aprendizagem baseada em competências, as microcredenciais tem sido utilizada em larga escala e com resultados promissores, da qual é exemplo *Higher Education and Real-World Training* (HEaRT) na *Southern New Hampshire University* (Pelletier & EDUCAUSE (Asociación), 2022). O objetivo do HEaRT é o desenvolvimento de conhecimentos, capacidades e habilidades profissionais do século XXI. Está operacionalizado em seis desafios que correspondem a diferentes domínios de competências profissionais, das que são exemplo o julgamento clínico e a tomada de decisão. Os desafios são problemas atuais e comuns do contexto profissional. À medida que os participantes cumprem cada etapa do desafio, recebem um selo digital correspondente ao domínio da competência adquirida (Pelletier & EDUCAUSE (Asociación), 2022).

Inteligência artificial

A sociedade atual, globalizada, competitiva, marcada pelo lema “aqui e agora” (Lobo, 2018) tem se beneficiado da utilização da tecnologia. Nesta perspetiva, a IA tem revolucionado a vida humana (Haderer & Ciolacu, 2022; Lobo, 2018). Seus produtos inteligentes, conectados em rede e com dados precisos estão a transformar a sociedade, a saber, as relações sociais, educacionais e profissionais, a mudança conceptual dos meios de transporte, por meio dos veículos autodirigidos, a automatização dos sistemas de comunicação e dos serviços bancários, os procedimentos cirúrgicos realizados por robôs e o armazenamento de dados em massa (Lobo, 2018).

Marvin Minsky, um dos idealizadores da IA a define como *“AI simply means that a machine is able to do a task which is considered to be an intelligent one by human beings”* (Laï et al., 2020, p.1). A corroborar, Lobo (2018, p. 4) “ramo da ciência da computação que usando algoritmos definidos por especialistas é capaz de reconhecer um problema, ou uma tarefa a ser realizada, analisar dados e tomar decisões, simulando a capacidade humana”. Nasseef et al. (2022) as cited Turing (1950) afirmam que para uma máquina ser chamada de inteligente, esta deveria necessariamente evidenciar um comportamento indistinguível do de um ser humano.

A IA dentro do contexto dos cuidados em saúde possui o potencial de transformar a saúde do doente. É também um método eficaz no processo de tomada de decisão, para além de contribuir com a redução dos erros diagnósticos e terapêuticos (Nasseef et al., 2022). A IA fornece importantes subsídios para o processo de tomada de decisão ao

possibilitar que informações clínicas fundamentais e ocultas venham à tona (Nasseef et al., 2022).

A IA também pode contribuir para a otimização do trabalho da enfermagem. Atividades meramente burocráticas e que não exijam a presença do enfermeiro poderá ser “delegada” aos sistemas de IA (Weber et al., 2022). Dessa forma, o enfermeiro poderá utilizar o seu tempo com atividades assistenciais e que agreguem valor a profissão e ao doente. Weber et al. (2022) identificou a importância da utilização das TIC dentro do PE com vistas a promoção de cuidados mais seguros e assertivos.

As investigações desenvolvidas por Davenport & Kalakota (2019); Lalmuanawma et al. (2020) apontaram as potencialidades da IA para o fornecimento de cuidados em saúde mais seguros, eficientes e eficazes. No entanto, a utilização da IA deve ser entendida como um auxílio para o aprimoramento dos cuidados, e não como uma tentativa de substituir os profissionais por “máquinas” (Weber et al., 2022). Até porque o objetivo de intensificar a utilização da IA no contexto de cuidados em saúde não inviabiliza nem menospreza o papel da interação entre profissionais e doentes, ao contrário, objetiva-se capacitar os profissionais a realizarem bons julgamentos clínicos e tomarem decisões assertivas (Nasseef et al., 2022).

Dentre as inúmeras aplicabilidades da IA, está o sistema *eHealth*, cujo objetivo é identificar situações de alto risco para idosos (Belmin et al., 2022). Este sistema baseia-se num registo de informações que é alimentado por uma aplicação para telemóvel (App), em situações de risco é emitido um alerta para o enfermeiro coordenador, este por sua vez entra em contacto com o doente ou familiar para procurar atendimento em uma unidade de urgência (Belmin et al., 2022).

Similarmente, para a resolução de problemas no contexto de cuidados em psiquiatria foi desenvolvido um sistema de apoio à decisão clínica denominado *Psy-KBCDSS* (Ho et al., 2021). Este sistema fornece oportunas informações para auxiliar os profissionais no processo de tomada de decisão, para além de traduzir dados complexos (Ho et al., 2021). Destaca-se também o Sistema de Apoio à Decisão Clínica de Enfermagem *Nu-CDSS* que simula o processo do raciocínio clínico dos enfermeiros, e assim, serve de suporte para a tomada de decisão com base no histórico do doente (Zhai et al., 2022).

Inteligência Artificial e Microcredenciais

A despeito de haver inúmeros sistemas a integrar a IA dentro do contexto dos cuidados em saúde, especificamente para auxiliar os enfermeiros no desempenho de suas competências profissionais, não foi possível identificar na literatura existente um sistema que integre as cinco fases do PE. Para mais, a investigação realizada por Abuzaid et al. (2022) identificou as dificuldades e o pouco conhecimento dos enfermeiros na utilização dos recursos de IA, por isso, para além da necessidade de investimento em mais recursos/sistemas inteligentes para os cuidados em saúde, é imprescindível capacitar

os seus utilizadores por meio de contextos de formação. À vista disso, a estratégia de microcredencial, operacionalizada por meio de cursos de curta duração, poderá ser utilizada para suplantar essa necessidade.

Tendo por base os diversos atributos aqui mencionados da IA e das microcredenciais, a utilização de forma combinada de sistemas inteligentes com cursos de formação de curta duração poderá ser um propulsor da aprendizagem baseada em competências.

3 I CONCLUSÃO

A investigação documentada evidencia os inúmeros benefícios que a IA oferece aos cuidados em saúde. Auxílio no processo de tomada de decisão, e dessa forma, redução dos erros diagnósticos e terapêuticos, também na otimização do trabalho da enfermagem e no fornecimento de cuidados em saúde mais seguros, eficientes e eficazes. Tais benefícios apresentam-se como potencialidades para a execução do PE. Tendo em vista a complexidade e a importância do PE tanto para o doente, no sentido de receber cuidados de qualidade, quanto para o enfermeiro, na perspetiva de fornecer cuidados seguros, importa desenvolver um *software* baseado na IA, talvez no formato de uma aplicação móvel, devido sua maior facilidade de acesso através de um dispositivo móvel, que integre as cinco fases do PE.

No entanto, para além do desenvolvimento de um *software* para realização do PE, é fundamental instrumentalizar os estudantes de enfermagem e os enfermeiros para sua correta utilização. Neste sentido, as microcredenciais parecem ser a melhor estratégia para este contexto formativo, visto serem uma estratégia eficaz para a promoção da aprendizagem baseada em competências. Por isso, associar a IA com uma microcredencial, tanto para o desenvolvimento do *software*, quanto para atividades formativas, aparentemente poderá fornecer contributos para o desenvolvimento das tão desejadas e essenciais competências profissionais. O *software* a integrar IA na forma de uma microcredencial poderá ser utilizado na formação inicial e contínua dos enfermeiros, até porque o PE é uma competência essencial para o exercício profissional do enfermeiro.

Retomando a questão de investigação: Quais as potencialidades da IA e das microcredenciais como ferramentas a serem utilizadas no PE para a promoção da aprendizagem baseada em competências? Este estudo sobreleva as potencialidades da IA para o julgamento clínico e o processo de tomada de decisão, capacidades essenciais para a realização do PE. Também, destaca as potencialidades das microcredenciais para o desenvolvimento ou aprimoramento das habilidades profissionais. Sendo assim, a utilização de forma combinada da IA com a estratégia didática de microcredenciais promoverão a aprendizagem baseada em competências, e dessa forma, poderão contribuir para o desenvolvimento das competências profissionais do enfermeiro.

REFERÊNCIAS

Abuzaid, M. M., Elshami, W. & Fadden, S. M. (2022). Integration of artificial intelligence into nursing practice. *Health and Technology*. https://doi.org/10.1007/s12553-022-00697-0

Adamy, E. K., Zocche, D. A. de A. & Almeida, M. de A. (2020). Contribution of the nursing process for the construction of the identity of nursing professionals. *Revista Gaucha de Enfermagem*, *41*(spe), e20190143. https://doi.org/10.1590/1983-1447.2020.20190143

Bellaera, L., Weinstein-Jones, Y., Ilie, S. & Baker, S. T. (2021). Critical thinking in practice: The priorities and practices of instructors teaching in higher education. *Thinking Skills and Creativity*, *41*. https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100856

Belmin, J., Villani, P., Gay, M., Fabries, S., Havreng-Théry, C., Malvoisin, S., Denis, F. & Veyron, J. H. (2022). Real-world Implementation of an eHealth System Based on Artificial Intelligence Designed to Predict and Reduce Emergency Department Visits by Older Adults: Pragmatic Trial. *Journal of Medical Internet Research*, *24*(9). https://doi.org/10.2196/40387

Carvalho, D. P. S. R. P., Azevedo, I. C., Cruz, G. K. P., Mafra, G. A. C., Rego, A. L. C., Vitor, A. F., Santos, V. E. P., Cogo, A. L. P. & Ferreira Júnior, M. A. (2017). Strategies used for the promotion of critical thinking in nursing undergraduate education: A systematic review. *Nurse Education Today*, *57*, 103–107. https://doi.org/10.1016/j.nedt.2017.07.010

Chiavone, F., Paiva, R., Moreno, I., Pérez, P., Feijão, A. & Santos, V. (2021). Technologies used to support the nursing process: scoping review. *Acta Paul Enferm* , *34*(eAPE01132), 1–7. https://doi.org/10.37689/acta

Davenport, T. & Kalakota, R. (2019). DIGITAL TECHNOLOGY The potential for artificial intelligence in healthcare. In *Future Healthcare Journal* (Vol. 6, Issue 2).

European Commission. (2021). A European approach to Micro-Credentials. In *European Union*. https://tinyurl.com/n6x98874

Haderer, B. & Ciolacu, M. (2022). Education 4.0: Artificial Intelligence Assisted Task- and Time Planning System. *Procedia Computer Science*, *200*, 1328–1337. https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.334

Ho, K. F., Chou, P. H., Chao, J. C. J., Hsu, C. Y. & Chung, M. H. (2021). Design and evaluation of a knowledge-based clinical decision support system for the psychiatric nursing process. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, *207*. https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2021.106128

Kukulska-Hulme, Agnes., Open University. & Universitat Oberta de Catalunya. (2022). *Innovating pedagogy 2022 exploring new forms of teaching, learning and assessment, to guide educators and policy makers*. The Open University.

Laï, M. C., Brian, M. & Mamzer, M. F. (2020). Perceptions of artificial intelligence in healthcare: Findings from a qualitative survey study among actors in France. *Journal of Translational Medicine*, *18*(1). https://doi.org/10.1186/s12967-019-02204-y

Lalmuanawma, S., Hussain, J. & Chhakchhuak, L. (2020). Applications of machine learning and artificial intelligence for Covid-19 (SARS-CoV-2) pandemic: A review. In *Chaos, Solitons and Fractals* (Vol. 139). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.110059

Lobo, L. C. (2018). Inteligência artificial, o Futuro da Medicina e a Educação Médica. *Revista Brasileira de Educação Médica*, *42*(3), 3–8. https://doi.org/10.1590/1981-52712015v42n3rb20180115editorial1

Marangaloo, A. H. & Mohammadpour, Y. (2017). Competency-Based Mastery Learning: The Planned Clinical Experience for Nursing Students. *International Journal of Scientific Study*, *365*(8), 365. https://doi.org/10.17354/ijssNov/2017/53

Mousavinasab, E. S., Rostam Niakan Kalhori, S., Zarifsanaiey, N., Rakhshan, M. & Ghazisaeedi, M. (2020). Nursing process education: A review of methods and characteristics. In *Nurse Education in Practice* (Vol. 48). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.nepr.2020.102886

Muraraneza, C. & Mtshali, G. N. (2018). Conceptualization of competency based curricula in pre-service nursing and midwifery education: A grounded theory approach. *Nurse Education in Practice*, *28*, 175–181. https://doi.org/10.1016/j.nepr.2017.09.018

Nasseef, O. A., Baabdullah, A. M., Alalwan, A. A., Lal, B. & Dwivedi, Y. K. (2022). Artificial intelligence-based public healthcare systems: G2G knowledge-based exchange to enhance the decision-making process. *Government Information Quarterly*, *39*(4). https://doi.org/10.1016/j.giq.2021.101618

Ordem dos Enfermeiros. (2011). *Regulamento do Perfil de Competências do Enfermeiro de Cuidados Gerais*. https://www.ordemenfermeiros.pt/media/8910/divulgar-regulamento-do-perfil_vf.pdf

Pelletier, Kathe. & EDUCAUSE (Asociación). (2022). *2022 EDUCAUSE horizon report teaching and learning edition*. EDUCAUSE.

Ribeiro, O. M. P. L., Fassarella, C. S., Trindade, L. D. L., Luna, A. A. & Ventura da Silva, J. M. A. (2020). Ano internacional da enfermagem: dos 200 anos de Florence Nightingale à pandemia por COVID-19. *Revista de Enfermagem Do Centro-Oeste Mineiro*, *10*. https://doi.org/10.19175/recom.v10i0.3725

Soares, C. R., Helena, H., Peres, C. & Batista De Oliveira, N. (2018). Processo de Enfermagem: revisão integrativa sobre as contribuições da informática. In *J. Health Inform* (Vol. 10, Issue 4). www.jhi-sbis.saude.ws

Tilley, D. S., Allen, P., Collins, C., Bridges, R. A., Francis, P. & Green, A. (2007). Promoting Clinical Competence: Using Scaffolded Instruction for Practice-Based Learning. *Journal of Professional Nursing*, *23*(5), 285–289. https://doi.org/10.1016/j.profnurs.2007.01.013

Weber, P., Peltonen, L. M. & Junger, A. (2022). The Essence and Role of Nurses in the Future of Biomedical and Health Informatics. *Studies in Health Technology and Informatics*, *300*, 164–176. https://doi.org/10.3233/SHTI220948

Zaker, M., Hosseini, S. R. & Mohammad-Pour, Y. (2017). The Effect of Competency-Based Education Model on Cognitive and Clinical Skills of Nursing Students. *International Journal of Scientific Study*, *356*(8), 356. https://doi.org/10.17354/ijssNov/2017/51

Zanchetta, M. S., Bailey, A., Kolisnyk, O., Baku, L., Schwind, J., Osino, E., Aksenchuk-Metersky, K., Mehari, N., Babalola, O., Christopher, J., Hassan, A., Leong, N., Mohamed, M., Nemhbard-Wedderbrun, P., Rodrigues, A., Sales, R., Salvador-Watts, L., Santiago, L., Sizto, T., … Yu, L. (2017). Mentors' and mentees' intellectual-partnership through the lens of the Transformative Learning Theory. *Nurse Education in Practice*, *25*, 111–120. https://doi.org/10.1016/j.nepr.2017.05.009

Zhai, Y., Yu, Z., Zhang, Q. & Zhang, Y. X. (2022). Barriers and facilitators to implementing a nursing clinical decision support system in a tertiary hospital setting: A qualitative study using the FITT framework. *International Journal of Medical Informatics*, *166*. https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2022.104841

CAPÍTULO 3

HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA – UMA VISÃO FISIOLOGIA, GENÉTICA E UM DIRECIONAMENTO BIOTECNOLÓGICO

Data de aceite: 01/02/2023

Carlos Alberto Alves Dias Filho
Prof. Me. Universidade Federal do Maranhão (UFMA), São Luís, Brasil
Laboratório de Adaptações Cardiovasculares ao Exercício – LACORE (UFMA), São Luís, Brasil
Docente da Faculdade de medicina ITPAC Santa Inês -MA

Nivaldo de Jesus Silva Soares Junior
Prof. Me.

Andressa Ferreira Coelho
Profª Me. Universidade Federal do Maranhão (UFMA), São Luís, Brasil
Laboratório de Adaptações Cardiovasculares ao Exercício – LACORE (UFMA), São Luís, Brasil

Rachel Melo Ribeiro
Profª. Dra. Universidade Federal do Maranhão – UFMA - Departamento de medicina

Carlos José Moraes
Prof. Dr. Universidade Federal do Maranhão (UFMA), São Luís, Brasil
Laboratório de Adaptações Cardiovasculares ao Exercício – LACORE (UFMA), São Luís, Brasil
Universidade Federal do Maranhão – UFMA - Departamento de educação física
Laboratório de Adaptações Cardiorrenais ao Exercício Físico– LACE (UFMA), Pinheiro – MA, Brasil

Vinícius Santos Mendes
Discente do curso de medicina ITPAC Santa Inês -MA

Sally Cristina Moutinho Monteiro
Profª. Drª. Universidade Federal do Maranhão – UFMA - Departamento de farmácia
Laboratório de Bioquímica clínica – departamento de farmácia - UFMA

Cristiano Teixeira Mostarda
Prof. Dr. Universidade Federal do Maranhão (UFMA), São Luís, Brasil
Laboratório de Adaptações Cardiovasculares ao Exercício – LACORE (UFMA), São Luís, Brasil
Universidade Federal do Maranhão – UFMA - Departamento de educação física

RESUMO: A hipertensão arterial sistêmica é uma doença crônico-degenerativa com origem multifatorial. Com alta prevalência em todo mundo. Indivíduos mais jovens, especificamente os adolescentes, não estão isentos de adquirir tal patologia, sendo ocasionados por fatores ambientais e genéticos responsáveis por alterações fisiologias levando ao desenvolvimento de comorbidades. Por tanto, a análise de risco

hipertensivo de adolescentes com e sem histórico familiar de hipertensão, associado ou não aos polimorfismos do Sistema Renina Angiotensina Aldosterona e as possíveis alterações autonômicas pode meio das ferramentas criadas para este fim. Tem que ser avaliada para uma melhor compreensão e diminuição das chances de desenvolver a patologia supracitada.
PALAVRAS-CHAVE: Hipertensão Arterial; Polimorfismo do gene da SRAA; Variabilidade da Frequência Cardíaca.

1 I INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é uma doença crônico-degenerativa com origem multifatorial (GARG, MALHOTRA et al. 2013, BLOCH, KLEIN et al. 2016, SILVA et al. 2016). Atualmente, no mundo cerca de 800 milhões de pessoas apresentam esta patologia, o que representa 37,3% nos países em desenvolvimento. Dados da Vigilância de Fatores de Risco e Proteção para Doenças Crônicas por Inquérito Telefônico (Vigitel) de 2016 indicaram que a hipertensão no Brasil era de 25,7%, variando entre 16,9 e 31,7% de acordo com a região. A prevalência foi maior entre as pessoas do sexo feminino (27,5%) do que entre as do masculino (23,6%) (BRASIL, 2015). Contudo, dentro do contexto regional na cidade de São Luís, Maranhão, foi identificado uma prevalência de hipertensão de cerca de 27% (MARQUES, et al.2020). Demonstrando a importância dessa condição para a saúde pública e a deficiência em realizar mecanismos de controle eficientes para este distúrbio.

Embora os dados literários sugerem que adultos são os principais acometidos por alterações patológicas nos níveis pressóricos, indivíduos mais jovens, especificamente na adolescência, não estão isentos de adquirir tal patologia (ROSNER, COOK et al. 2013). Dados coletados no NHASNES relatam que a pré-hipertensão ou hipertensão arterial foi observada em meninos adolescentes a uma taxa de 19,2% e 12,6% em meninas, observando um aumento estimado de 38% comparado aos dados do NHASNES III coletados de 1988 a 1994 (ROSNER, COOK et al. 2013). No Brasil, a prevalência de HAS em meninos foi de 9% e 4,7% em meninas (Hsieh, Chen et al. 2014). Contudo, na região Nordeste foi possível notar uma prevalência de 8,4% para crianças e adolescentes (BLOCH, KLEIN et al. 2016).

Fatores responsáveis pelo aumento dos riscos de desenvolvimento dessa morbidade em indivíduos cada vez mais jovens podem estar associados ao aumento de peso, dieta inadequada, inatividade física, desequilíbrio autonômico e fatores genéticos como a presença dos polimorfismos no sistema renina angiotensina aldosterona (SRAA), como os relacionados aos genes da enzima conversora da angiotensina, gene do AGT e polimorfismo dos genes dos receptores tipo 1 da angiotensina II (AGTR1) (TEIXEIRA et al. 2014, CORDEIRO, DALMASO et al. 2016, SIMONYTE, KUCIENE et al. 2017).

É importante salientar que a maior parte da população brasileira depende do Sistema Único de Saúde (SUS) para a assistência médica, no entanto o funcionamento deste sistema é complexo (BRASIL 2015). O gasto médio por ano do SUS de 2008 a 2010 para

tratamento da hipertensão arterial foi de 60.390,703 (sessenta milhões trezentos e noventa mil e setecentos e três reais) e para outras doenças relacionadas com a hipertensão arterial como as doenças cardiovasculares, doença arterial coronariana, insuficiência cardíaca e acidentes vasculares encefálicos foi na ordem de 2.494.691,301 (dois bilhões quatrocentos e noventa e um milhões seiscentos e noventa e um mil trezentos e um reais) (BAHIA AND ARAÚJO 2014).

A população ainda relata sobre a maneira como as relações com os profissionais ocorrem, o que indica a necessidade de inserções da tecnologias leves (baseadas nas ciências comportamentais, nas relações de vínculo, cuidado e acolhimento) nos espaços de produção da saúde (KOERICH, BACKES et al. 2006, VIANTE, et al., 2020 DE SOUSA HONORATO, MARTINS et al. 2015). Tecnologias da informação e comunicação (TIC) usam aparelhos que tem acesso à internet para avaliar o cuidado em saúde. Permitindo ampliar e facilitar o acesso a informações por meio de integração de múltiplas mídias, linguagens e recursos, permitindo o desenvolvimento de processos de educação para a saúde, levando os indivíduos a tomar medidas preventivas para determinada comorbidade. Além disso as TIC são muito utilizadas pela população em geral e em especial os adolescentes propiciando maior interação entre os mesmos (KELLY, MAGNUSSEN et al. 2015, PINTO, SCOPACASA et al. 2017). No entanto existe alguma dificuldade em transmitir educação em saúde por essas ferramentas para essa população. O que torna necessário criar ferramentas dinâmica para atrair a atenção desse público, possibilitando o entendimento e a importância do assunto abordado.

2 | REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Epidemiológia

2.1.1 Hipertensão Arterial

A hipertensão arterial (HAS) é um importante problema de saúde no mundo, estando associada a sérios riscos de morbimortalidade cardiovascular, o que tem relação direta com a ocorrência de insuficiência cardíaca congestiva, infarto agudo do miocárdio, acidente vascular cerebral, insuficiência arterial periférica e morte prematura (SANTOS, 2011; DA SILVA et al., 2021). A HAS é considerada um dos fatores de risco mais relevantes na etiologia das doenças cardiovasculares (DCV), sendo considerada uma doença crônico-degenerativa com origem multifatorial, caracterizada por elevação sustentada dos níveis pressóricos (SIMONYTE et al., 2017; DIAS et al., 2021). Esta condição geralmente está associada a outros distúrbios metabólicos, e pode ser agravada pela presença de diversos fatores de riscos cardiovasculares, como dislipidemia, obesidade abdominal, intolerância à glicose e diabetes mellitus, desta forma promovendo alterações funcionais e/ou estruturais

de órgãos-alvo (VILELA-MARTIN et al., 2020).

Paralelamente, os fatores de risco para HAS surgem cada vez mais precocemente e se estendem às idades posteriores (CRUZ et al., 2017). Evidências demonstram que este processo progride com a idade e exibe gravidade diretamente proporcional ao número de fatores de riscos cardiovasculares agrupados desta forma pode-se citar como fatores agravantes o histórico familiar da doença, tabagismo, sedentarismo e alterações de marcadores de risco cardiovascular como citocinas inflamatórias e adipocinas (CRUZ et al., 2017; CORREA et al., 2018).

Nesta perspectiva, a multiplicidade de consequências da HAS a coloca como uma das causas de maior redução da qualidade e expectativa de vida (MASSAROLI et al., 2018). Consonante a isso, o American Heart Association aponta que a HASS é a doença mais prevalente em países industrializados, o que a torna um dos principais problemas de saúde pública no mundo (LUZ et al., 2022).

Atualmente, cerca de 800 milhões de pessoas apresentam esta patologia a nível mundial, o que representa 37,3% nos países em desenvolvimento. No Brasil, a prevalência de HASS referida na população adulta atinge 32,5% (36 milhões), dos quais mais de 60% são idosos, que contribuem direta ou indiretamente para 50% das mortes por DCV no país (MALACHIAS, 2016; DIAS-FILHO et al., 2021). No que tange a sua classificação, na Tabela 1 são expressos valores que classificam o comportamento da pressão arterial (PA) em adultos por meio de medidas casuais ou de consultório. Neste sentido, vale ressaltar que indivíduos com PA elevada apresentam maior risco de desenvolver complicações associadas as DCV quando comparados a indivíduos com PA normal.

Classificação	PAS (mmHg)	PAD (mmHg)
PA Ótima	< 120	< 80
PA Normal	120-129	80-84
Pré-Hipertensão	130-139	85-89
HAS estágio 1	140-159	90-99
Hipertensão estágio 2	160-179	100-109
Hipertensão estágio 3	≥ 180	≥ 110

Tabela 1 – Classificação da PA de acordo com a medição casual ou no consultório a partir de 18 anos de idade

Fonte: Sociedade Brasileira de Hipertensão, 2021. HAS: hipertensão arterial; PA: pressão arterial; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica. *A classificação é definida de acordo com a PA no consultório e pelo nível mais elevado de PA, sistólica ou diastólica. **A HAS sistólica isolada, caracterizada pela PAS ≥ 140 mmHg e PAD < 90 mmHg, é classificada em 1, 2 ou 3, de acordo com os valores da PAS nos intervalos indicados. ***A HAS diastólica isolada, caracterizada pela PAS < 140 mmHg e PAD ≥ 90 mmHg, é classificada em 1, 2 ou 3, de acordo com os valores da PAD nos intervalos indicados.

Embora os aspectos ambientais exerçam um forte impacto sobre a gênese da HAS, deve-se ainda apontar o aspecto genético como importante fator de risco a susceptibilidade a esta doença. Este fato foi demonstrado em pesquisas que avaliaram o histórico familiar de HAS em gêmeos univitelinos, onde foi possível verificar uma herdabilidade de 30 a 50% de genes associados a maior variabilidade da PA nestes indivíduos (WALSH et al., 2006; CARTER et al., 2009; BARROSO et al., 2021). Desta forma, o histórico familiar de hipertensão aumenta o risco de desenvolvimento do fenótipo hipertensivo, associado aos fatores ambientais. Nesta perspectiva, foi demonstrado em um estudo com mais de 1 milhão de pacientes, que as variações de ácido Desoxirribonucleico (DNA) em uma quantidade superior a 900 genes têm associação relevante com o ajuste da PA (WALSH et al., 2006). Isso demonstra a relevância do aspecto genético, podendo ser utilizada também como uma ferramenta diagnóstica, contribuindo assim para a prevenção desta patologia.

Como já abordado anteriormente, é importante salientar que existem inúmeras causas potenciais que podem determinar a fisiopatologia da HAS (DA SILVA et al., 2021; SANTOS, et al., 2018). Neste sentido, a presença de desequilíbrios nos sistemas que são responsáveis pelo controle dos níveis pressórico deve ser explorada. Analisando este aspecto devem ser citados 2 sistemas em especial que se complementam em suas ações, sendo estes o sistema nervoso simpático (SNS) e o sistema renina-angiotensina-aldosterona (SRAA). O primeiro faz parte do sistema nervoso autônomo (SNA) e atua em mecanismos regulatórios de curto prazo da PA; o segundo atua no equilíbrio eletrolítico e de volemia, sendo atribuído mecanismos regulatórios de longo prazo da PA (DIAS-FILHO et al. 2021; JANSAKA et al., 2021).

Adicionalmente, estudos que coletaram dados com base na atividade simpática periférica, balanço simpático-vagal e a dosagem de catecolaminas plasmáticas, indicam uma predisposição a maiores valores pressóricos de indivíduos que apresentam alterações no SNS (IRIGOYEN e KRIEGER, 1998; GARG et al., 2013; SILVA et al., 2016; DIAS-FILHO et al., 2021). Notando ainda que a relação do componente genético, pode ter relação direta com o aumento da atividade do SRAA, do tônus simpático e aumento da PA nesses indivíduos (REITER, CHRISTENSEN e GJESING, 2016; SIMONYTE et al., 2017). Posteriormente, os aspectos relacionados ao papel das características gênicas, em especial dos polimorfismos genéticos e sua relação com a variação da PA, serão mais explorados.

2.1.2 Hipertensão Arterial Em Adolescentes

O estudo da hipertensão arterial (HAS) em crianças e adolescentes é um assunto de grande importância ao se comentar sobre a saúde pediátrica e as consequências a longo prazo. As primeiras diretrizes de avaliação do HAS foram criadas em 1977, com atualizações pouco relevantes em seu histórico até o ano de 2017, onde foi elaborado um capítulo tratando exclusivamente sobre a HAS na faixa etária pediátrica (KAUFMAN

et al., 2019). Hoje, o avanço das pesquisas, bem como a preocupação global quanto aos impactos dessa comorbidade, trouxeram estudos que melhor explicassem essa condição e os reflexos para a saúde física do indivíduo.

No Brasil, quando analisamos a suscetibilidade de HAS na população infantil e adolescente, esse dado não se difere. De acordo com os dados divulgados nas Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial em 2020, a prevalência média de HAS nessa população é de 3% a 5%, sendo que na faixa etária de 7 a 12 anos, a média é de 1,9% (BARROSO et al., 2020).

Dentro das diretrizes, apontou-se também o Estudo dos Riscos Cardiovasculares em Adolescentes (ERICA) que mostra uma prevalência geral de 9,6% de HAS, entre a faixa etária de 12 a 17 anos, sendo que esses dados surgiram com mais frequência entre adolescentes mais velhos, sendo que 17,8% do acometimento dessa doença foi atribuído à obesidade (BARROSO et al., 2020). Convém destacar que um dos maiores perigos da hipertensão arterial é justamente a sua manifestação silenciosa, sendo que a maioria das crianças e adolescentes que possuem essa doença não apresentam sintomas facilmente detectáveis, embora 40% dessa população já apresente hipertrofia ventricular esquerda (HVE), condição percussora de problemas de arritmia e insuficiência cardíaca quando já adultos (BRADY et al, 2014).

Desta forma, devido as consequências silenciosas dessas comorbidades, a HAS precisa ser diagnosticada o mais rápido possível com avaliação clínica, cuja aferição de pressão arterial deverá ocorrer anualmente em crianças e adolescentes maiores de 3 anos de idade, devendo ser identificada se a pressão arterial corresponde à faixa etária, sexo, e percentil de altura do indivíduo (PICKERING et al, 2005; FLYNN et al., 2017). A seguir são apresentadas tabelas que mostram o nível normal de pressão arterial em crianças (1 a 13 anos de idade) e adolescentes (maiores de 13 anos) (Tabela 2). Também são observados os indicativos da pressão arterial, levando em consideração os fatores de sexo, idade e percentil de altura (Tabelas 3, 4, 5 e 6).

Crianças de 1 a 13 anos de idade	Crianças com idade ≥13 anos
PA normal: < P90 para idade, sexo e altura	PA normal: < 120 / < 80 mm Hg
Pressão arterial elevada: PA ≥ P90 e < 95 percentil para idade, sexo e altura ou PA 120/80 mmHg mas < P95 (o que for menor)	Pressão arterial elevada: PA120 / <80 mmHg a PA129 / <80 mm Hg
Hipertensão estágio 1: PA ≥ P95 para idade, sexo e altura até < P95 + 12 mmHg ou PA entre 130/80 até 139/89mmHg (o que for menor)	Hipertensão estágio 1: PA 130/80 ou até 139/89 mm Hg
Hipertensão estágio 2: PA ≥ P95 + 12 mmHg para idade, sexo e altura ou PA ≥ 140/90 mmHg (o que for menor)	Hipertensão estágio 2: PA ≥ 140/90mmHg

PA: pressão arterial; P: percentil.

Tabela 2: Definição atualizada da pressão arterial de acordo com a faixa etária

Fonte: Adaptação de Flynn et al., 2017.

		Pressão Arterial Sistólica (mmHg) Percentis da Estatura ou Medida da Estatura (cm)							Pressão Arterial Diastólica (mmHg) Percentis da Estatura ou Medida da Estatura (cm)						
Idade (anos)	Percentis da PA	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
10	Estatura (cm)	130,2	132,7	136,7	141,3	145,9	150,1	152,7	130,2	132,7	136,7	141,3	145,9	150,1	152,7
	P50	97	98	99	100	101	102	103	59	60	61	62	63	63	64
	P90	108	109	111	112	113	115	116	72	73	74	74	75	75	76
	P95	112	113	114	116	118	120	121	76	76	77	77	78	78	78
	P95 + 12 mmHg	124	125	126	128	130	132	133	88	88	89	89	90	90	90
11	Estatura (cm)	134,7	137,3	141,5	146,4	151,3	155,8	158,6	134,7	137,3	141,5	146,4	151,3	155,8	158,6
	P50	99	99	101	102	103	104	106	61	61	62	63	63	63	63
	P90	110	111	112	114	116	117	118	74	74	75	75	75	76	76
	P95	114	114	116	118	120	123	124	77	78	78	78	78	78	78
	P95 + 12 mmHg	126	126	128	130	132	135	136	89	90	90	90	90	90	90
12	Estatura (cm)	140,3	143	147,5	152,7	157,9	162,6	165,5	140,3	143	147,5	152,7	157,9	162,6	165,5
	P50	101	101	102	104	106	108	109	61	62	62	62	62	63	63
	P90	113	114	115	117	119	121	122	75	75	75	75	75	76	76
	P95	116	117	118	121	124	126	128	78	78	78	78	78	79	79
	P95 + 12 mmHg	128	129	130	133	136	138	140	90	90	90	90	90	91	91
13	Estatura (cm)	147	150	154,9	160,3	165,7	170,5	173,4	147	150	154,9	160,3	165,7	170,5	173,4
	P50	103	104	105	108	110	111	112	61	60	61	62	63	64	65
	P90	115	116	118	121	124	126	126	74	74	74	75	76	77	77
	P95	119	120	122	125	128	130	131	78	78	78	78	80	81	81
	P95 + 12 mmHg	131	132	134	137	140	142	143	90	90	90	90	92	93	93
14	Estatura (cm)	153,8	156,9	162	167,5	172,7	177,4	180,1	153,8	156,9	162	167,5	172,7	177,4	180,1
	P50	105	106	109	111	112	113	113	60	60	62	64	65	66	67
	P90	119	120	123	126	127	128	129	74	74	75	77	78	79	80
	P95	123	125	127	130	132	133	134	77	78	79	81	82	83	84
	P95 + 12 mmHg	135	137	139	142	144	145	146	89	90	91	93	94	95	96
15	Estatura (cm)	159	162	166,9	172,2	177,2	181,6	184,2	159	162	166,9	172,2	177,2	181,6	184,2
	P50	108	110	112	113	114	114	114	61	62	64	65	66	67	68
	P90	123	124	126	128	129	130	130	75	76	78	79	80	81	81
	P95	127	129	131	132	134	135	135	78	79	81	83	84	85	85
	P95 + 12 mmHg	139	141	143	144	146	147	147	90	91	93	95	96	97	97
16	Estatura (cm)	162,1	165	169,6	174,6	179,5	183,8	186,4	162,1	165	169,6	174,6	179,5	183,8	186,4
	P50	111	112	114	115	115	116	116	63	64	66	67	68	69	69
	P90	126	127	128	129	131	131	132	77	78	79	80	81	82	82
	P95	130	131	133	134	135	136	137	80	81	83	84	85	86	86
	P95 + 12 mmHg	142	143	145	146	147	148	149	92	93	95	96	97	98	98
17	Estatura (cm)	163,8	166,5	170,9	175,8	180,7	184,9	187,5	163,8	166,5	170,9	175,8	180,7	184,9	187,5
	P50	114	115	116	117	117	118	118	65	66	67	68	69	70	70
	P90	128	129	130	131	132	133	134	78	79	80	81	82	82	83
	P95	132	133	134	135	137	138	138	81	82	84	85	86	86	87
	P95 + 12 mmHg	144	145	146	147	149	150	150	93	94	96	97	98	98	99

Tabela 3: Valores de pressão arterial para meninos de acordo com a idade (10-17 anos) e o percentil de estatura.

Fonte: Adaptação de Flynn et al., 2017.

		Pressão Arterial Sistólica (mmHg) Percentis da Estatura ou Medida da Estatura (cm)							Pressão Arterial Diastólica (mmHg) Percentis da Estatura ou Medida da Estatura (cm)						
Idade (anos)	Percentis da PA	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%	5%	10%	25%	50%	75%	90%	95%
10	Estatura (cm)	129,7	132,2	136,3	141	145,8	150,2	152,8	129,7	132,2	136,3	141	145,8	150,2	152,8
	P50	96	97	98	99	101	102	103	58	59	59	60	61	61	61
	P90	109	110	111	112	113	115	116	72	73	73	73	73	73	73
	P95	113	114	114	116	117	119	120	75	75	76	76	76	76	76
	P95 + 12 mmHg	125	126	126	128	129	131	132	87	87	88	88	88	88	88
11	Estatura (cm)	135,6	138,3	142,8	147,8	152,8	157,3	160	135,6	138,3	142,8	147,8	152,8	157,3	160
	P50	98	99	101	102	104	105	106	60	60	60	61	62	63	64
	P90	111	112	113	114	116	118	120	74	74	74	74	74	75	75
	P95	115	116	117	118	120	123	124	76	77	77	77	77	77	77
	P95 + 12 mmHg	127	128	129	130	132	135	136	88	89	89	89	89	89	89
12	Estatura (cm)	142,8	145,5	149,9	154,8	159,6	163,8	166,4	142,8	145,5	149,9	154,8	159,6	163,8	166,4
	P50	102	102	104	105	107	108	108	61	61	61	62	64	65	65
	P90	114	115	116	118	120	122	122	75	75	75	75	76	76	76
	P95	118	119	120	122	124	125	126	78	78	78	78	79	79	79
	P95 + 12 mmHg	130	131	132	134	136	137	138	90	90	90	90	91	91	91
13	Estatura (cm)	148,1	150,6	154,7	159,2	163,7	167,8	170,2	148,1	150,6	154,7	159,2	163,7	167,8	170,2
	P50	104	105	106	107	108	108	109	62	62	63	64	65	65	65
	P90	116	117	119	121	122	123	123	75	75	75	76	76	76	76
	P95	121	122	123	124	126	126	127	79	79	79	79	80	80	81
	P95 + 12 mmHg	133	134	135	136	138	138	139	91	91	91	91	92	92	93
14	Estatura (cm)	150,6	153	156,9	161,3	165,7	169,7	172,1	150,6	153	156,9	161,3	165,7	169,7	172,1
	P50	105	106	107	108	109	109	109	63	63	64	65	66	66	66
	P90	118	118	120	122	123	123	123	76	76	76	76	77	77	77
	P95	123	123	124	125	126	127	127	80	80	80	80	81	81	82
	P95 + 12 mmHg	135	135	136	137	138	139	139	92	92	92	92	93	93	94
15	Estatura (cm)	151,7	154	157,9	162,3	166,7	170,6	173	151,7	154	157,9	162,3	166,7	170,6	173
	P50	105	106	107	108	109	109	109	64	64	64	65	66	67	67
	P90	118	119	121	122	123	123	124	76	76	76	77	77	78	78
	P95	124	124	125	126	127	127	128	80	80	80	81	82	82	82
	P95 + 12 mmHg	136	136	137	138	139	139	140	92	92	92	93	94	94	94
16	Estatura (cm)	152,1	154,5	158,4	162,8	167,1	171,1	173,4	152,1	154,5	158,4	162,8	167,1	171,1	173,4
	P50	106	107	108	109	109	110	110	64	64	65	66	66	67	67
	P90	119	120	122	123	124	124	124	76	76	76	77	78	78	78
	P95	124	125	125	127	127	128	128	80	80	80	81	82	82	82
	P95 + 12 mmHg	136	137	137	139	139	140	140	92	92	92	93	94	94	94
17	Estatura (cm)	152,4	154,7	158,7	163	167,4	171,3	173,7	152,4	154,7	158,7	163	167,4	171,3	173,7
	P50	107	108	109	110	110	110	111	64	64	65	66	66	66	67
	P90	120	121	123	124	124	125	125	76	76	77	77	78	78	78
	P95	125	125	126	127	128	128	128	80	80	80	81	82	82	82
	P95 + 12 mmHg	137	137	138	139	140	140	140	92	92	92	93	94	94	94

Tabela 4: Valores de pressão arterial para meninas de acordo com a idade (10-17 anos) e o percentil de estatura.

Fonte: Adaptação de Flynn et al., 2017.

Deste modo, estes dados levam em consideração como a idade, o sexo e o Índice de Massa Corporal (IMC), são fatores significativos para a alteração da pressão arterial, devendo todas essas características serem observadas no momento do diagnóstico. Quando percebidas as alterações da PA nos exames, o indivíduo deverá ser dirigido para

tratamento e realizar o controle dessa condição. A terapia inicial não é medicamentosa, exceto em casos de intervenção imediata, devendo-se optar pela realização de atividades físicas rotineiras e o balanceamento da dieta (FLYNN et al., 2017).

Adicionalmente, após análise das condições do paciente poderá ser aplicada a terapia medicamentosa, onde o profissional de saúde deverá adotar a melhor substância para controle dessa doença, diminuindo as chances de efeitos colaterais e outros reflexos de longo prazo nesta população (LURBE et al. 2016; FLYNN et al., 2017; FERGUSON, 2020). As consequências de não iniciar imediatamente o tratamento, medicamentoso ou não, pode ser o surgimento de problemas de saúde quando já adultos, com o aumento de risco no ocasionalmente de derrames cerebrais, infartos, insuficiência cardíaca e angina (dor no peito) (FUNCOR, 2020). Ademais, podendo apresentar alterações renais como insuficiência renal, entre outros (SOCIEDADE BRASILEIRA DE NEFROLOGIA, 2020).

2.2 Fisiopatológica do sistema renina-angiotensina-aldosterona

2.2.1 Mecanismo de regulação da pressão arterial de longo prazo

O Sistema Renina Angiotensina Aldosterona (SRAA) é um complexo regulador da pressão arterial formado por um conjunto de receptores, peptídeos e enzimas. O seu objetivo é a realização da estabilidade hemodinâmica e a redução na perfusão tecidual sistêmica, revertendo a tendência de hipotensão arterial (HSU e TAIN, 2021). Esse complexo sistema funciona de forma coordenada, por meio de reação em cascata, realizando automaticamente alterações na pressão arterial por meio da retenção de sódio (sal) (GIESTAS, PALMA e RAMOS, 2010). Vejamos a figura (Figura 1) a seguir que demonstra de forma simplificada como ocorrerá essa transformação, com início após a liberação da substância RENINA na corrente sanguínea (HSU e TAIN, 2021).

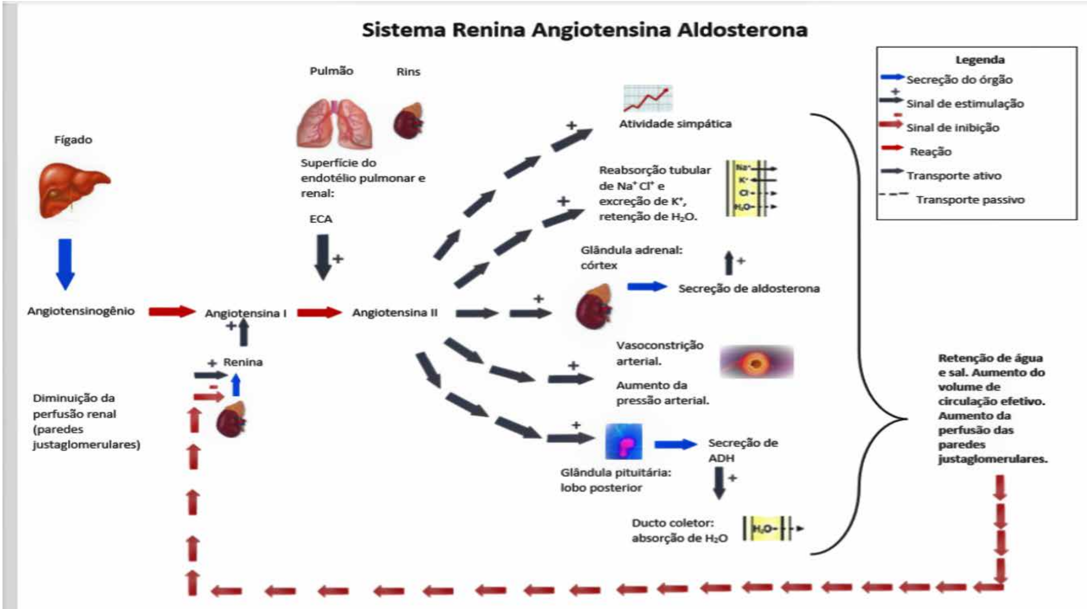


Figura 1. Esquema do sistema renina-angiotensina-aldosterona (Adaptado)

Fonte: https://brainly.com.br/tarefa/50184829

No processo de regulação da pressão arterial, a renina é sintetizada nas células justaglomerulares dos rins, glândulas salivares, células do córtex adrenal, neurônios e outros tecidos, desta forma, quando há uma diminuição da pressão arterial estas células liberam a renina na corrente sanguínea, enzima circulante que provoca a ativação do SRAA (BEIERWALTES, 2007). O AGT é precursor dos peptídeos angiotensinas e com o aumento nos níveis de renina é liberado pelo fígado e por meio de reações enzimáticas é clivado em Angiotesina I (substância que se comporta na maior parte do tempo de forma inativa) (DIAS-FILHO, et al., 2021).

A Angiotensina I é convertida por meio do Enzima de Conversão da Angiotensina (ECA), produzindo o hormônio Angiotensina II, hormônio ativo com alta atividade constritora que promove o aumento da pressão arterial. Essa mesma substância libera também a Aldosterona e a Vasopressina que agem sobre os rins retendo sódio e liberando potássio. Em consequência ao aumento da retenção desse sódio, aumenta-se também o volume sanguíneo e por consequência há aumento da pressão arterial (GIESTAS, PALMA e RAMOS, 2010).

Nos rins a Angiotensina II realiza a sua principal função, a regulação da pressão arterial, após alterar os níveis de sódio também altera a hemodinâmica intra-renal e filtração glomerular (MCDONOUGH, 2010). Ela ainda estimula secreção do hormônio antidiurético (ADH) pela glândula pituitária, levando ao aumento da reabsorção de água no ducto coletor dos néfrons. Atua também aumentando a secreção de aldosterona pelo

córtex adrenal, um hormônio esteroide sintetizado pela enzima aldosterona sintase que tem efeito direto na excreção renal, induzindo a reabsorção de sódio e concomitante de potássio e a excreção do íon hidrogênio no rim (GUYTON e HASLL, 2006). Esta reação é temporária até que ocorra o equilíbrio da pressão arterial. Assim, no momento que ocorre a regulação da pressão arterial, mecanismos serão desencadeados para compensar as alterações geradas no SRAA (BAKRIS, 2021). Portanto, qualquer disfunção neste sistema, como o aumento na síntese dos componentes desta cascata, permite que a pressão arterial fique elevada à níveis que excedam os valores normais, causando o estado patológico de hipertensão (BAKRIS, 2021.

Vale ressaltar que a pressão arterial se modifica durante todo o decorrer do dia, contudo aumentos significativos e sustentados da pressão sanguínea podem promover os riscos cardíacos já vistos. Assim, deve-se haver o controle dessas reações hemodinâmicas para evitar que o indivíduo obtenha uma condição hipertensiva (GIESTAS, PALMA e RAMOS, 2010).

2.3 Componente genético do SRAA

2.3.1 Hipertensão Arterial e o Componente Genético

A HAS pode ser caracterizada pelo aspecto poligênico e multifatorial, no qual alterações genéticas em diversos genes, ainda não completamente esclarecidas, interagem entre si e com diversos fatores de risco ambientais, dessa forma expressando o fenótipo hipertensivo (FREITAS et al., 2007; PUDDU et al., 2007; VAN RIJN et al., 2007; LOPES, 2014). Desta maneira, estudos sobre as bases genéticas na gênese da hipertensão arterial vêm permitindo um melhor entendimento dos mecanismos moleculares, bem como novas medidas preventivas e tratamentos precoces mais específicos e eficazes para a patologia (BARRETO FILHO e KRIEGER, 2003). Os genes controladores da pressão sanguínea ainda não são completamente conhecidos, contudo evidências sugerem que cerca de 30% da variação da pressão arterial pode ter origem genética (RONDINELLI; MOURA NETO, 2003).

Neste contexto, destaca-se que o histórico familiar para hipertensão em associação com fatores de risco ambientais, está diretamente relacionada com o desenvolvimento da hipertensão arterial (HASRSHFIELD et al. 2009). Portanto, em indivíduos com histórico familiar de hipertensão, a exposição a fatores ambientais pode resultar na hiperativação dos sistemas nervoso simpático e sistema renina-angiotensina (em especial a atividade de renina) quando comparados a indivíduos que não apresentavam o histórico familiar da patologia (LOPES, 2014). O desequilíbrio desses sistemas vai resultar em alterações estruturais e funcionais dos vasos que geram o aumento da resistência vascular sistêmica, que é o principal mecanismo da hipertensão arterial primária (LOPES et al. 2001). Os filhos de pais hipertensos comparados com filhos de pais normotensos têm pressão arterial mais

alta, atingindo níveis compatíveis com pré-hipertensão, além disso foi demonstrado que a hipertensão é duas vezes mais comum em indivíduos que têm um ou dois pais hipertensos (BEEVERS et al. 2001; YAZDANPANAH et al. 2007; LOPES, 2014).

Dentro das variáveis genéticas relacionada a HAS temos os polimorfismos, que podem influenciar a expressão e produção de componentes regulatórios presentes no sistema endócrino como o SRAA, que desempenha um papel fundamental na patogênese da hipertensão essencial (MENSAH et al. 2010). Verificando-se também um aumento do risco de hipertensão na presença dos seguintes polimorfismos: o polimorfismo M235T, responsável pelo aumento da AGT (AGT); o polimorfismo inserção/deleção (I/D) do gene da ECA e o polimorfismo A1166C do receptor 1 de angiotensina II (AGTR1) (TANG et al. 2009; SIMONYTE et al. 2017).

2.3.2 O que é polimorfismo genético?

Para melhor descrever a resposta dessa pergunta, é interessante intender alguns pontos, onde as alterações genéticas têm papel decisivo no desenvolvimento de várias neoplasias humanas e outras doenças (BROSE, et al. 2000). Contudo, a maioria dessas alterações genéticas ocorre apenas em uma célula somática, onde se divide e continua a evoluir até forma um câncer. De forma mais rara, quando a neoplasia ocorre como parte de uma herança genética, as alterações foram herdadas por meio de linhagem germinativa, onde estão presentes em todas as células do organismo (NUSSBAUM, et al., 2002).

Tendo em vista essas perspectivas, temos então a mutação e o polimorfismo que são duas alterações genéticas frequentes. As mutações são representadas pela substituição de bases, alterações nas organizações, bem como no tamanho das sequencias, incorporação do DNA extracromossômico e alterações anafásicas ou da citocinese. Tais comportamentos estão associados à frequência de alelos heterozigotos presentes em menos de 1 a 2% da população (Brasileiro et al., 1998). No que se refere os polimorfismos genéticos são variações na sequência de DNA que pode destruir ou criar sítios de reconhecimento de enzimas de restrição e parecem estar associados a apenas uma base. A frequência de alelos heterozigotos para o polimorfismo genéticos ocorre em mais de 1 a 2 % da população. É importante salientar que tais alterações pode ocorrer em sequências não codificantes do gene, o que na maior parte dos casos não vai ter efeito em funções, mas outras ocorrem em lugares codificantes o que leva à produção de proteínas defeituosas, onde em alguns casos os polimorfismos podem aumentar a possibilidade de indivíduos desenvolver doenças como o câncer ou as doenças cardiovasculares por exemplo (BELLA, et al. 2021; Lodish et al. 2002).

Contudo, nem sempre os genes estão próximos uns dos outros, que permitam uma indicação precisa da sua localização, desta forma, são usados marcadores físicos ao logo do genoma para estimar o local onde estão presentes. Como exemplo de marcador, os

mais simples são os Polimorfismos de nucleotídeos únicos, sendo sequências curtas que diferem em um par de nuc1eotídeos entre indivíduos em uma população sendo os mais estudados e as mais comuns alterações polimórficas, tendo também os polimorfismos causados pela deleção e inserção de trechos. (DE OLIVEIRA, 2022; DE ARAÚJO MELO, et al., 2021; DIAS-FILHO, et al., 2021; DE OLIVEIRA, et al. 2020; ALBERTS, Bruce et al., 2010).

Técnicas de biologia molecular são usadas para os PNSs, muitos desses marcadores já foram coletados de uma variedade de organismos. Onde a distribuição desses marcadores é suficientemente densa, através de testes por meio das análises de ligações, podem apontar uma forte co-herança de um ou mais PNSs com um fenótipo mutante. Após restringir a possível localização de um gene a uma região do cromossomo que pode conter apenas algumas sequências de genes. O que são considerados, com base na sua estrutura e função um gene responsável pelo um fenótipo mutante inicial, ajudando a identificar problemas a nível molecular (CARVALHO, Mariana Lins Araujo; MIRANDA, Débora Cândido; DE SOUZA FREITAS, Moisés Thiago, 2021; DIAS-FILHO, et al., 2021; ALBERTS, Bruce et al., 2010).

2.3.3 O Polimorfismo do Gene do AGT (AGT)

O gene do AGT (AGT) localiza-se no cromossomo 1q 42-43. Uma mutação denominada de variante M235T está localizada no éxon dois do gene, correspondendo a uma transição de aminoácidos de metionina para treonina na posição 235 da proteína madura e é denominada de T235 (ZHASI et al., 2019). Em relação ao seu aspecto molecular já foi demonstrada uma importante associação entre a T235 e a sua variante molecular onde o promotor proximal do gene do AGT, uma adenina (A) é inserida no lugar da guanina (G) seis nucleotídeos acima do local de iniciação da transcrição. Paralelamente, esta substituição A/G no nucleotídeo seis afeta especificamente o processo de transcrição do gene do AGT (JEUNEMAITRE et al., 1992). Este achado muito provavelmente explica porque os homozigotos T235 possuem níveis plasmáticos de AGT 10% a 20% maior que os homozigotos M235 (FAJAR et al., 2019).

A variante T235/T235 ocorre em frequência elevada na população oriunda do oriente e na população ocidental está presente em aproximadamente 19%. Indivíduos portadores do genótipo homozigoto M235/M235 apresentam médias menores de nível de AGT plasmático; os heterozigotos M235/T235 têm níveis intermediários e os homozigotos T235/T235 possuem as maiores médias (ARAÚJO et al., 2005). A relação observada entre o polimorfismo M235T do gene do AGT (MM, MT e TT), os seus produtos proteicos e os fenótipos da HAS sugerem a evidência de um possível papel dos níveis elevados do AGT circulante na patogênese da HAS (FAJAR et al., 2019). Neste sentido, entre as ações do AGT estão contração e proliferação de células do músculo liso vascular por fosforilação de

tirosina quinase e consequente ativação de proteínas envolvidas na transcrição do DNA, com importante efeito misógino (HASTA, 1995). Portanto, o AGT é um dos componentes que pode estar atuando na patogênese de DCV, incluindo a HAS (ZHASNG et al., 2021).

Adicionalmente, estudo anterior realizado com indivíduos hipertensos (chineses e uzbeques da Ásia Central), sem outras patologias associadas, determinou que o polimorfismo M235T estava associado à HVE (ELISEEVA, SROZHIDINOVA, KHASMIDULLAEVA e ABDULLAEVA, 2017). Corroborando este dado, diversos estudos mostraram que vietnamitas, uzbeques, chineses e japoneses portadores do genótipo TT apresentaram concentrações aumentadas de AGT, o que explica a implicação da variante genética no desenvolvimento de HVE em pacientes sem outros doenças associadas. Wang e colaboradores demonstraram que o genótipo TT estava associado à HVE em pacientes chineses hipertensos com doença renal crônica em fase de hemodiálise (WANG et al., 2004). Em contrapartida, Olcay et al. (2007) e Shilyakhto et al. (2001) não encontraram associação entre HVE e variantes genéticas M235T-AGT em uma população turca e russa, respectivamente, o que demonstra o contraste de resultados relacionados aos estudos do polimorfismo M235 do AGT e informações limitadas em relação ao papel do histórico familiar de hipertensão em indivíduos com este polimorfismo genético (OLCAY et al., 2007; SHILYAKHTO et al., 2001).

Em relação a estudos realizados no território brasileiro, pesquisadores avaliaram o efeito da raça, baseada em critérios morfológicos, na distribuição do polimorfismo M235T em população urbana brasileira. Foram estudados 382 indivíduos não relacionados, de ambos os sexos, oriundos de um centro de doação de sangue. Os indivíduos foram classificados em brancos, mulatos e negros. Os resultados mostraram prevalências estatisticamente diferentes do alelo T entre os grupos étnicos (0,57 em brancos, 0,56 em mulatos e 0,69 em negros; OR1,71, p=0,007 para brancos versus negros) (PEREIRA et al., 2001). Outro estudo publicado em janeiro de 2003, foi um grande estudo transversal de amostra randômica da população metropolitana da cidade de Vitória, ES. O objetivo foi estudar a associação do polimorfismo M235T com variáveis fenotípicas relacionadas a pressão arterial (pressão arterial sistólica, média, diastólica e pressão de pulso). Foram encontradas uma frequência do alelo T de 0,58 e uma distribuição dos genótipos de 19,84% (MM), 44,25% (MT) e 35,90% (TT). A associação do genótipo TT com HAS foi significativa e um efeito de “dosagem” do alelo T foi observado em relação aos fenótipos estudados (tendência linear de associação dos fenótipos com os genótipos MM, MT e TT) (PEREIRA et al., 2003).

Isto demonstra a necessidades de mais estudos relacionados a associação do polimorfismo M235T com a HAS. Destaca-se que a avaliação de populações mais jovens como crianças e adolescentes assim como a associação deste polimorfismo com o histórico familiar de hipertensão é necessária para melhor avaliação deste público.

2.3.4 O Polimorfismo do Gene da Enzima Conversora de Angiotensina

O polimorfismo do gene da ECA tem sua localização no cromossomo 17 q23 com 26 éxons, é um polimorfismo do tipo deleção (alelo "D") e inserção (alelo "I") de 287 pares de base no íntron 16 (RIGAT et al., 1990; RANKINEN et al., 2000; AMARA et al., 2018). No Brasil a frequência do alelo I (selvagem) desse polimorfismo foi de 0,39 e do alelo D (polimórfico) de 0,61, o que mostra ser semelhante a distribuição alélica em outros países. Já em relação a frequência genotípica, o gene II apresenta frequência de 0,20, o gene ID com 0,43 e D/D correspondente a 0,37. Com exceção tem-se o sul do país que obteve uma frequência de 0,54 para o genótipo DD e 0,24 para ID, essa alteração é justificada pela composição étnica para cada população (INACIO et al., 2004)Goulart Filho et al. 2004.

Ademais, estudo anterior permitiu verificar que o genótipo de deleção (DD) do gene da ECA (rs1799752), comparado com o genótipo de inserção/deleção (ID) ou inserção (II), foi associado a maiores aumentos no peso corporal, pressão arterial (PA), e maior incidência de excesso de peso em uma população envelhecida (STRAZZULLO et al., 2003). Além disso, estudos mostraram que o polimorfismo ID (rs1799752), um marcador válido do polimorfismo funcional do gene da ECA (SAYED-TABATABAEI et al., 2006), é responsável por cerca de metade da variação desse nível de enzima em caucasianos saudáveis (RIGAT et al., 2009). Também, foi observado que caucasianos portadores do genótipo DD apresentaram a maior concentração plasmática de ECA (494,1±88,3 µg/l), quase o dobro da encontrada em indivíduos com o genótipo II (299,3±49,0 µg/l); aqueles com o genótipo ID apresentaram nível intermediário de ECA no plasma (392,6±66,8 µg/l) (GLENN et al., 2009).

Paralelamente, polimorfismos alternativos de nucleotídeo único da ECA (por exemplo, rs4343), evidenciou desequilíbrio na produção e função desta enzima na presença dos genótipos ID e DD (GLENN et al., 2009). Como a ECA desempenha um papel essencial na fisiopatologia cardiovascular e tem sido implicada em várias condições, incluindo hipertensão (AGARWAL, WILLIAMS e FISHER, 2005) seu polimorfismo foi associado a maiores riscos para desenvolvimento de complicações associadas a DCV (rs1799752) (HUANG et al., 1998). Em particular, as evidências sugerem um papel central para a ECA na conversão da Angiotensina I em um vasoconstritor potente, Angiotensina II, um modulador chave do sistema renina-angiotensina no tecido vascular com funções sistêmicas e regulador da PA (KIM et al., 2006; THASTCHER, YIANNIKOURIS, GUPTE e CASSIS, 2009). No entanto, estudos de associação gene/hipertensão/histórico familiar ainda não foram bem explorados, inclusive estudos envolvendo grupos de indivíduos ainda jovens como crianças e adolescentes.

Nesta perspectiva, estudo realizado por El-Kabbany e colaboradores (2019) avaliou o papel do polimorfismo do gene da ECA no desenvolvimento de obesidade e hipertensão em crianças. Para isto foram avaliados 142 crianças e adolescentes (70 com obesidade simples

e 72 controles). A pressão arterial foi aferida, dosagens bioquímicas (insulina, lipidograma completo e glicemia em jejum) foram realizados e os parâmetros antropométricos foram avaliados em todas as crianças e adolescentes incluídos. Neste estudo foi possível verificar que crianças obesas apresentaram maior frequência do genótipo DD (30% em obesos versus 11,1% nos controles) e alelos D (61,8% nos obesos versus 48,6% nos controles). Crianças obesas com hipertensão e pré-hipertensão apresentaram maior frequência do genótipo DD quando comparadas aos genótipos ID e II, com maior frequência de alelos D. O genótipo DD e o alelo D foram independentemente associados à hipertensão (OR: 9,86 e 11,57, respectivamente, $P < 0,001$), enquanto a dislipidemia e a resistência à insulina não foram associadas ao polimorfismo do gene da ECA. Portanto foi concluído que o genótipo DD e o polimorfismo do alelo D do gene da ECA foram associados à obesidade e à hipertensão e pré-hipertensão em crianças egípcias. Contudo, dados relacionados a presença do histórico familiar de hipertensão não foi avaliado neste estudo (EL-KABBANY et al., 2019).

Estudo anterior do nosso grupo avaliou a modulação autonômica de adolescentes com histórico familiar de hipertensão e a participação do polimorfismo do gene da ECA em possíveis alterações deste sistema. A amostra consistiu de 141 adolescentes com média de 14,76 a 14,94 anos de idade, estudantes de escolas públicas de São Luís, Maranhão. Que foram divididos em filhos de pais hipertensos (FPH) e filhos de pais normotensos (FPN). Foram avaliados a variabilidade de frequências cardíaca, pressão arterial e medidas antropométricas. O principal achado deste estudo foi a diminuição da ação vagal e do sistema nervoso parassimpático no grupo FPH com o genótipo DD em relação ao grupo FPN com o genótipo DD (Var RR (ms²): 1182±819 vs. 2408±212; IBF (ms²): 802±851 x 1463±1448; BF (%): 54±16 vs. 43±16; AF (%): 46±16 vs. 57±16; RMSSD (ms): 40±20 vs. 51±26; SD1(ms): 29±14 vs. 39±21). Portanto concluiu-se que a presença do histórico familiar de hipertensão com a presença do genótipo DD em adolescentes confere uma menor modulação autonômica cardíaca nos mesmos (DIAS-FILHO et al., 2021).

Portanto, pode-se observar que a ECA desempenha importante função na regulação da pressão arterial e equilíbrio eletrolítico, convertendo Angiotensina I (Ang I) em Angiotensina II (Ang II), hormônio ativo que, promove a vasoconstrição (TANG et al., 2009; SIMONYTE et al., 2017). Diante disto, este polimorfismo pode aumentar as chances do desenvolvimento da HASS (DIAS et al., 2007; SIMONYTE et al., 2017). Sendo uma importante variante genética para a alteração da função fisiológica cardiovascular (Eleni, Dimitrios et al. 2008) em indivíduos que tem uma quantidade maior de angiotensina II, o que pode levar a alterações de diversos mecanismos, como disfunção autonômica e endotelial, contribuindo para o desenvolvimento da hipertensão arterial (HASRRAP et al., 1993) e outras doenças cardiovasculares (GUNEY et al., 2013).

2.3.5 O Polimorfismo do Receptor Tipo 1 da Angiotensina II (AGTR1)

O polimorfismo A1166C no gene do receptor tipo 1 de angiotensina II (AGTR1) foi estudado inicialmente por Bonnardeaux et al. (1994), que identificaram a sua associação com a hipertensão arterial (BONNARDEAUX et al., 1994). Este polimorfismo, situa-se na região 3'-UTR do gene AGTR1, no qual ocorre uma substituição de A (adenina) para C (citosina) na posição 1166 (ZHASNG, ZHOU e ZHASNG, 2013). Essa alteração resulta em três genótipos possíveis: dois genótipos homozigotos (CC e AA) e um genótipo heterozigoto (AC) (DE ARAÚJO et al., 2004). Vários polimorfismos têm sido descritos nesta região, neste sentido Bonnardeaux e colaboradores, estudaram a região codificadora (éxon 5) e a região 3'_não-codificadora, e identificaram 5 frequentes polimorfismos dentro do éxon 5: +573, +1062, +1166, +1517, e +1878. Subsequentemente, outros polimorfismos foram identificados nas posições -1424, -810, -521, -153 na região não codificadora 5' e na posição +55 no éxon 4. Contudo, o mais estudado e que tem mostrado associação com a hipertensão arterial, hipertrofia ventricular esquerda, doença coronária, infarto do miocárdio e progressão de nefropatia diabética, é aquele localizado na região não-codificadora 3'(A1166C) (FERREIRA, 2016).

Paralelamente, Martin et al. (2007) sugeriram que o microRNA-155 pode ser um regulador da expressão do AGT1R. Isso ocorre pois este microRNA reconhece e se liga ao mRNA do AGT1R na posição 1166 (MARTIN et al., 2007). Nesta perspectiva, um estudo de mapeamento de um conjunto de microRNAs humanos confirmou que o polimorfismo A1166C está localizado dentro de sítios de ligação de microRNA, no qual o microRNA-155 promove a redução da expressão do AGT1R na presença da adenina na posição 1166 (alelo 1166A) (SETHUPATHY et al., 2007). Na presença do alelo 1166A, o microRNA-155 se liga aos sítios alvo no mRNA do AGT1R, desta forma reduzindo a expressão deste receptor. No entanto, o alelo 1166C suprime os sítios-alvo diminuindo a ligação do microRNA-155, e a redução dessa ligação eleva os níveis do AGT1R. Desta forma, o aumento dos níveis de AGT1R nos portadores do alelo 1166C pode ocasionar vasoconstrição e aumento da pressão sanguínea por meio da redução do débito cardíaco, o que pode dar origem à disfunção do ventrículo esquerdo e hipertensão arterial associado (MISHRA et al., 2015).

Em relação aos dados epidemiológicos, estudo anterior observou a prevalência do alelo C (28,8% vs. 9,2%), CC em homozigose (7,7% vs. 1.1%) e CA em heterozigose (42,1% vs. 16,2%) significativamente mais elevada em caucasianos que asiáticos ($p< 0.001$) (MIYAMOTO et al., 1996). Esta associação também foi confirmada em um estudo de coorte em indivíduos hipertensos, caucasianos, previamente não-tratados (HINGORANI, JIA e STEVENS, 1995). Em populações não caucasianas, como no Japão, não houve associação entre este polimorfismo e HAS, embora tenha ocorrido associação independente com a massa ventricular esquerda em normotensos. A razão para diferenças nos estudos entre caucasianos e japoneses não está clara, no entanto vale destacar que os japoneses

da referida pesquisa eram mais velhos e tinham níveis de pressão mais elevados. Além disso, a frequência do alelo C era mais baixa na população japonesa. Por outro lado, neste estudo, indivíduos hipertensos homozigotos CC demonstraram Pressão Arterial Sistólica (PAS) mais elevada que aqueles homozigotos AA (DUNCAN, SCHOLEY e MILLER, 2001).

Dessa forma, o polimorfismo de nucleotídeo simples (PNS) A1166C no gene AGT1R tem sido associado à forma grave de hipertensão sistêmica e, em particular, em pacientes hipertensos resistentes a medicamentos que tomam dois ou mais medicamentos anti-hipertensivos (BONNARDEAUX et al. 1994; KAINULAINEN et al. 1999). O alelo C foi particularmente relacionado a indivíduos hipertensos caucasianos com forte histórico familiar (WANG et al. 1997), e também foi significativamente mais frequente em mulheres com hipertensão induzida pela gestação (NALOGOWSKA-GLOSNICKA et al. 2000). Estudo anterior avaliou a relação deste polimorfismo com e a doença arterial coronariana (DAC). Neste estudo foram avaliados pacientes com DAC (n=121) e pacientes controle com artérias coronarianas normais (n=121). Este estudo demonstrou que os genótipos CC foram mais frequentes e o genótipo AC foi menos frequente entre pacientes com DAC em comparação com controles (p=0,003). Neste sentido, o polimorfismo A1166C do gene AGT1R, juntamente com o genótipo CC e o alelo C, foi associado à DAC. Além disso, sexo, hipertensão, história familiar, idade e baixos níveis de lipoproteína de alta densidade sérica também tiveram uma relação significativa com o polimorfismo A1166C do gene AGT1R (TAYLAN et al., 2021).

Adicionalmente, o alelo C também foi associado à rigidez aórtica em indivíduos normotensos e hipertensos (ABDUL-HASSAN et al., 2022), mas Girerd et al. (1998) não encontraram tal correlação com hipertrofia vascular em indivíduos sem evidência de doença cardiovascular (GIRERD et al., 1998). Ainda, estudo anterior avaliou a cardiomiopatia hipertrófica, esta patologia ocorre como um distúrbio familiar com pelo menos seis genes claramente identificados; mas outros fatores, genéticos e ambientais, podem modificar a expressão fenotípica do gene mutado. A angiotensina II é um importante modulador da hipertrofia cardíaca, e a inibição da ECA induz a regressão da hipertrofia cardíaca e previne a dilatação e remodelação do ventrículo após o infarto do miocárdio (DIEZ et al., 2003). Desta forma, os autores sugeriram que o polimorfismo A1166C no gene AGT1R está associado à síntese de colágeno tipo I e rigidez miocárdica em pacientes com cardiopatia hipertensiva. Mocan et al. (2020) investigou se os polimorfismos I/D do gene da ECA e A1166C do AGT1R influenciam a hipertrofia ventricular esquerda em indivíduos hipertensos e concluíram que o alelo C no gene AGT1R modula o fenótipo da hipertrofia (MOCAN et al., 2020).

Deste modo, ficou demonstrado nesta revisão de literatura, a diversidade de resultados para estudos que tentam estabelecer a ligação de alterações dos genes do AGT, da enzima conversora de angiotensina e do receptor tipo 1 da angiotensina II com HAS. Contudo vale destacar que estes resultados são dependentes dos grupos étnicos

avaliados, tamanho da amostra entre outros. Neste sentido, é importante que se destaque a complexidade em se associar HAS com uma base genética associada, visto que a interação desses indivíduos com o meio ambiente não é avaliada, o que justifica a diversidade de resultados.

2.4 Sistema nervoso autônomo

2.4.1 Fisiologia do Sistema Nervoso Autônomo e Atuação no Controle da Pressão Arterial

O sistema nervoso autônomo (SNA) possui como função principal a regulação das funções neurovegetativas, sendo o controle realizado de forma automática e involuntário (GIBBONS, 2019). É também o responsável por regulações no corpo como o controle da pressão arterial, temperatura corporal, motilidade gastrointestinal, entre outros. Esse sistema utiliza fibras aferentes e eferentes na sua atividade, sendo que a fibra eferente também poderá ser subdividida entre os conhecidos sistema nervoso simpático (SNS) e o sistema nervoso parassimpático (SNP), sendo o SNA responsável pelo equilíbrio dos seus funcionamentos simultâneos (GIBBONS, 2019). O SNA tem a capacidade de controlar completamente esses mecanismos, ou de estimula-los parcialmente, de forma rápida. Por exemplo, utilizando a sua capacidade de controle da pressão arterial, ele é capaz de em até 15 segundos aumentar em duas vezes a pressão arterial quando comparadas a pressão basal, ou de diminuí-la na mesma proporção e em tempo semelhante (SILVERTHORN, 2017).

O SNS é composto por duas cadeias de gânglios simpáticos paravertebrais, por dois pré-vertebrais (o celíaco e o hipogástrico) e pelos nervos que vão dos gânglios para vários órgãos internos no corpo. O elemento simpático se forma na medula espinhal entre as T-1 a L-2 (região lombotorácica), posteriormente, se espalhando para os outros órgãos controlados por seus estímulos (BORTOLOTTO et al., 2013). Esses estímulos são coordenados pelos neurônios pré-ganglionares (componentes neural com estruturas colinérgicas) e pela estrutura adrenérgica (neurônio pós-ganglionar com origem em um dos gânglios de cadeia simpática ou em gânglios pré-vertebrais que seguem em direção aos órgãos efetores (Figura 2) (BORTOLOTTO et al., 2013; HALL, 2021).

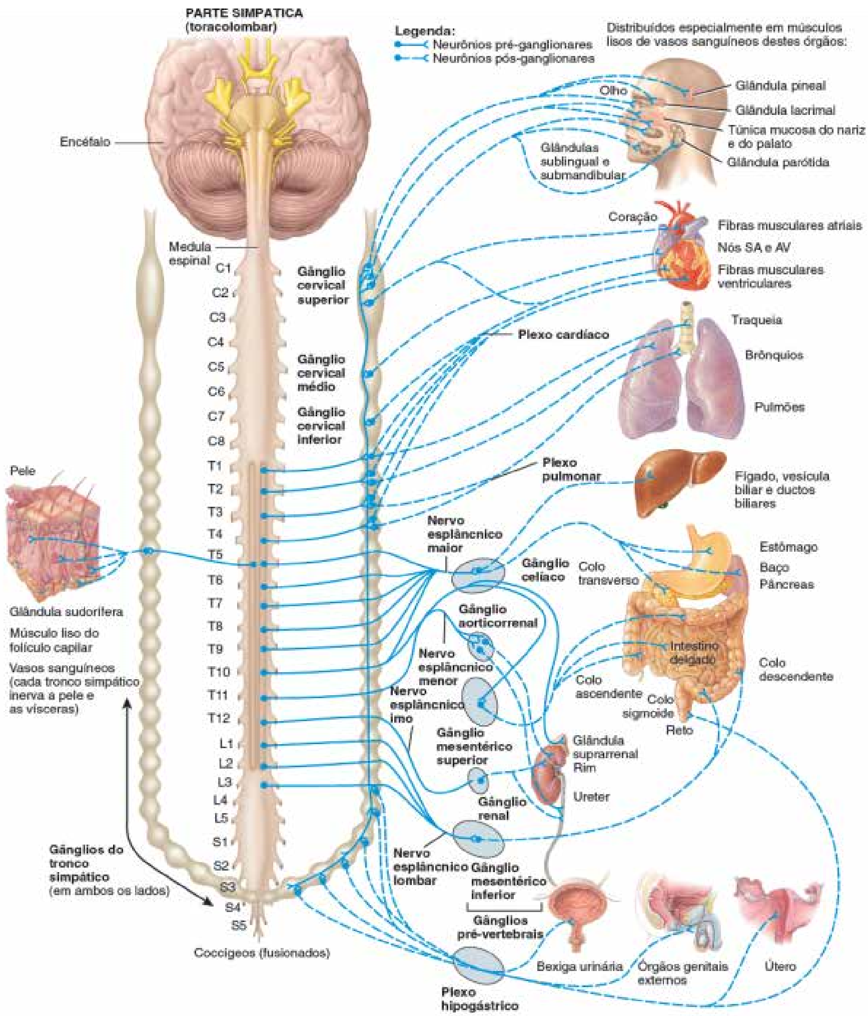


Figura 2 - Estrutura da parte simpática da divisão autônoma do sistema nervoso. As linhas sólidas representam os axônios pré-ganglionares; as tracejadas, os axônios pós-ganglionares. Embora as estruturas inervadas sejam mostradas apenas de um lado do corpo por questões de diagramação, a parte simpática inerva tecidos e órgãos de ambos os lados do corpo.

Fonte: TORTORA, Gerard J.; DERRICKSON, Bryan. **Corpo Humano-: Fundamentos de Anatomia e Fisiologia**. 14ª ed. Artmed Editora, 2016.

Paralelamente, pode-se observar que o sistema nervoso parassimpático (SNP) se transmite pelos nervos cranianos III, VII, IX e X, e pelo segundo e terceiro nervo espinhal. No entanto, 75% das fibras que compõe esse sistema estão contidas no nervo vago, e distribuídas pelo coração, fígado, pulmão, e outros órgãos (Figura 3) (TORTORA 2016).

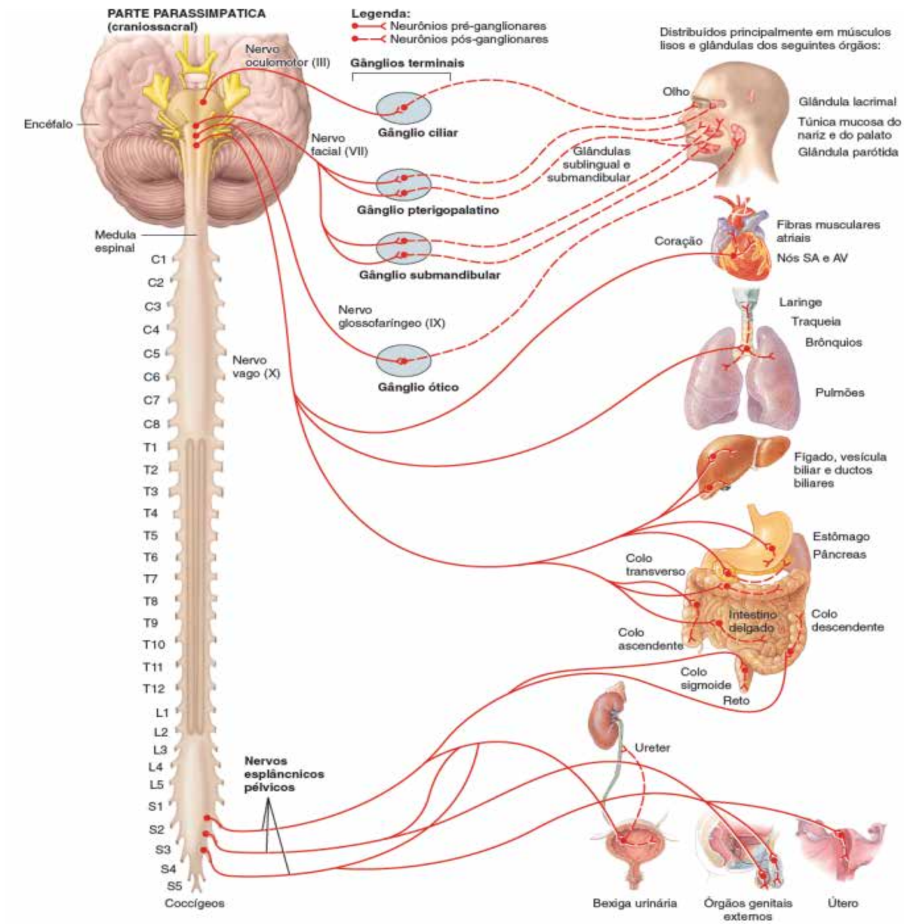


Figura 3 – Estrutura da parte parassimpática da divisão autônoma do sistema nervoso. As linhas sólidas representam os axônios pré-ganglionares; as tracejadas, os axônios pós-ganglionares. Embora as estruturas inervadas sejam mostradas apenas de um lado do corpo por questões de diagramação, a parte parassimpática inerva tecidos e órgãos de ambos os lados do corpo.

Fonte: TORTORA, Gerard J.; DERRICKSON, Bryan. **Corpo Humano-: Fundamentos de Anatomia e Fisiologia**. 14ª ed. Artmed Editora, 2016.

As fibras parassimpáticas sacrais saem do plexo sacral pelos nervos 2 e 3, e depois são distribuídos para o cólon descendente, enquanto os neurônios pré-ganglionares e pós-ganglionares serão ambos formados pelas fibras colinérgicas. As fibras pré-ganglionares realizam um trajeto até o órgão que vai sofrer o estímulo, desta forma podem ser encontradas inclusive na própria parede dos órgãos (HALL, 2021).

Adicionalmente, com a distribuição de nervos aferentes e eferentes para o coração, terminações simpáticas cobrem todo o miocárdio e os nervos parassimpáticos, sendo encontrados também no nó sinusal, nó atrioventricular, e nó miocárdio atrial, onde ocorre o controle neural da FC (MOSTARDA et al., 2009). O SNA, por sua vez modula a

frequência cardíaca (FC) através do SNS e SNP com o estimulo do nó sinoatrial, causando a despolarização e consequente aumento da FC ou a despolarização e diminuição da FC (TORTORA 2016). Para isto, é necessária a ocorrência da neuromodulação ou homeostase, a partir desta neuromodulação o sistema cardiovascular sofre alterações agudas ou crônicas, que promovem regulações fisiológicas, como o controle da pressão arterial.

Em se tratando dos mecanismos de regulação da pressão arterial deve-se citar o reflexo barorreceptor, este é o mais conhecido dos mecanismos nervosos de controle da pressão arterial (SILVERTHORN, 2017), sendo o principal responsável pela regulação momento a momento da pressão arterial. Os barorreceptores são pressorreceptores do tipo terminações nervosas livres que se situam na camada adventícia, próximo à borda médio-adventicial de grandes vasos sistêmicos. Estes estão estrategicamente localizados na aorta e na bifurcação das carótidas, apesar de existirem também em todas as grandes artérias da região torácica e cervical (TORTORA, 2016). Os barorreceptores aumentam a frequência de impulsos a cada sístole e diminuem novamente a cada diástole (HALL, 2021).

Paralelamente, esses impulsos chegam de modo aferente em centros superiores localizados no bulbo, e quando há alterações dos níveis pressóricos, mecanismos regulatórios são iniciados para o controle rápido dessas alterações. Neste sentido, quando há um aumento da pressão arterial sinais secundários inibem o centro vasoconstritor bulbar e excitam o centro parassimpático vagal, resultando em vasodilatação das veias e arteríolas em todo o sistema circulatório periférico e diminuição da frequência cardíaca e da força de contração cardíaca, com o objetivo final de promover a diminuição reflexa da pressão nas artérias. Caso a pressão arterial diminua, os impulsos dos receptores diminuem de frequência e, de modo paradoxal, a premissa contraria se desencadeia promovendo aumento na pressão arterial (MICHELINI, 2008). O reflexo quimiorreceptor atua da mesma maneira que o barorreflexo. Porém, este é estimulado por células sensíveis à falta de oxigênio e ao excesso de dióxido de carbono. Quando a pressão arterial cai, os receptores são estimulados pelo aumento de $CO2$ e diminuição de $O2$; os sinais transmitidos chegam até os centros vasomotores excitando-os, levando a efeitos semelhantes àqueles provocados pela ativação do barorreflexo (MICHELINI, 2008).

Vale ressaltar que quando esses mecanismos não atuam de forma efetiva, seja por uma hiper estimulação do SNS ou por menor ação do SNP, alterações patológica podem vir a ser desenvolvidas (MOSTARDA et al., 2009).

2.4.2 Variabilidade Da Frequência Cardíaca

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é uma ferramenta utilizada para avaliação das variações entre os espaços dos intervalos RR (intervalos entre os batimentos consecutivos) vistos através do eletrocardiograma. A VFC tem como vantagem ser um

método não invasivo e um recurso metodológico de fácil aplicação (CAMBRI et al., 2008). Adicionalmente, a FC tem seu ritmo sinusal normal graças a influência dinâmica de vários mecanismos fisiológicos que o regulam instantaneamente. Como a atividade simpática e parassimpática que são um dos responsáveis por esse controle (CAMBRI et al., 2008)}□. Assim, quanto maior a variabilidade dos intervalos entre os batimentos consecutivos (R-R), maior a atividade parassimpática, quando o inverso acontece existe maior atividade simpática. Pela facilidade da mensuração, a FC tem sido estudada em diferentes condições associadas ao repouso e ao exercício (MOSTARDA et al., 2009).

Paralelamente, alguns distúrbios metabólicos e fisiológicos estão associados com uma redução da VFC, como o excesso de gordura corporal, hiperglicemia, hipersinsulinemia, hipertensão arterial, dislipidemias, doenças crônicas degenerativas, arritmias letais, eventos cardíacos isquêmicos em indivíduos normais. Estes achados sugerem que a VFC pode representar um importante indicador do estado de saúde (CAMBRI et al., 2008; MOSTARDA et al., 2009; DIAS-FILHO et al., 2021). Dentre as patologias que a VFC pode ser relacionada tem-se o comportamento pós-infarto agudo do miocárdio no qual o método evidencia que ocorre uma diminuição da VFC com maior risco de mortalidade (CAMBRI et al., 2008L). Assim, a diferença do equilíbrio entre a atividade simpática e parassimpática exercidas sobre o coração tem um significado clínico e funcional. O que pode ser determinante em condições cardiovasculares, justificando de maneira clínica a avaliação da função autonômica no sistema cardíaco (FRONCHETTI et al., 2006).

As terminações parassimpáticas liberam o neurotransmissor acetilcolina na fenda sináptica que causa a despolarização do nodo sinoatrial e, por apresentar uma velocidade de remoção muito rápida, provoca oscilações na duração dos intervalos R-R, acarretando variações rítmicas na FC. Já a noradrenalina, liberada pelos terminais simpáticos, possui uma velocidade de remoção lenta, ocasionando uma variação rítmica na FC, que pode ser observada somente em registros de longo prazo (GIBBONS, 2019). Sendo assim, a VFC é definida pelo ajuste entre a modulação rápida e a lenta. Contudo, essas variações na FC são atribuídas, principalmente, pelas oscilações da atividade parassimpática e, portanto, a amplitude da VFC reflete a atividade vagal sobre o coração (REIS et al., 1998).

O método da VFC permite analisar o controle neural cardíaco em diversos períodos tanto em curtos quanto em longos, além das condições fisiológicas (durante o sono, monitoramento de 24 horas, repouso, exercício físico e bloqueio farmacológico) e em condições de monitoramento de patologias (GIBBONS, 2019). Desta forma, os métodos para avaliação da VFC podem ser descritos em duas partes: o primeiro é o cálculo de índices baseado em operações estatísticas dos intervalos R-R (domínio do tempo) e o segundo por uma análise espectral de intervalos R-R ordenados (domínio da frequência). Essas análises são realizadas em segmentos curtos - 0,5 a 5 minutos - ou em gravações de eletrocardiograma em períodos curtos ou longos de 24 horas (MOSTARDA et al., 2009). Através de um registro contínuo de um eletrocardiograma são obtidos índices,

determinando-se a dispersão da duração dos intervalos entre os batimentos. Os diversos índices recomendados para mensuração da VFC no domínio do tempo podem ser derivados de cálculos aritméticos, estatísticos ou geométricos (histograma R-R) (FRONCHETTI et al., 2006).

Os intervalos R-R gerados através de métodos geométricos são transformados em um gráfico para posterior cálculo da distribuição da densidade de sinais. As medidas do domínio da frequência são derivadas da análise do espectro de potência que apresenta a distribuição da densidade em função da frequência. A FC é decomposta por essa análise em seus componentes, apresentando-os de acordo com a frequência com que alteram a FC (DA SILVA, et al., 2022). Desta forma, é possível identifica além da quantidade de variabilidade, as bandas de frequência das oscilações do ritmo cardíaco. Paralelemente, para o cálculo da densidade espectral podem ser utilizados os métodos de transformação rápida de Fourier ou modelo auto regressivo (REIS et al., 1998). Desta forma, ambos delimitam 4 faixas de frequência distintas, sendo estas: 1-Alta frequência, AF (0,15 a 0,40 Hz), modulada pelo SNP e gerada pela respiração; 2- Baixa frequência, BF (0,04 a 0,15 Hz) modulada pelo SNP e SNS. Esta frequência tem sido relacionada ao sistema barorreceptor e termorregulador, à atividade vasomotora e ao sistema renina-angiotensina; 3 - Muito baixa frequência, MBF (0,01 a 0,04 Hz), considerada um marcador da atividade simpática; 4- Ultra baixa frequência, UBF (10-5 a10-2 Hz), que não apresenta uma correspondência fisiológica clara (REIS, et al., 1998; DA SILVA, et al., 2022).

Portanto, a análise da VFC avalia as flutuações e as interações entre o SNS e SNP sobre a FC provocadas por adaptações do SNA sobre o sistema cardiovascular, esta ferramenta permite identificar fenômenos relacionados sobre o mesmo, sendo um importante marcador para avaliação da saúde do indivíduo (VANDERLEI, et al., 2012).

2.5 Biotecnologias para a saúde

O Brasil possui mais de 210 milhões de habitantes, sendo o único país que mesmo com essa grande população oferece atendimento para saúde de forma gratuita, o sistema único de saúde (SUS) com um caráter universalista, com o princípio de que a saúde é um direito social, como defendido pela constituição federal de 1988 (COUTINHO; DOS SANTOS, 2019; SILVA, RUIZ, 2020).

Contudo, a população relata sobre com a maneira como as relações com os profissionais ocorrem, o que indica a necessidade de inserções das tecnologias leves (baseadas nas ciências comportamentais, nas relações de vínculo, cuidado e acolhimento) nos espaços de produção da saúde (KOERICH, BACKES et al. 2006, VIANTE, et al., 2020 DE SOUSA HONORATO, MARTINS et al. 2015).

Dessa forma, é importante compreender que a biotecnologia tem duas dimensões. A científica que tem relação com um conjunto articulado de programas de pesquisas básicas, voltado para a bioquímica, genética, biologia molecular, onde são desenvolvidas

normalmente em instituições de pesquisas e universidades. Já quanto a dimensão tecnológica relaciona-se com o estudo que podem ser transformados em formas aplicadas tanto para as indústrias quanto a comercial. Onde uma depende da outra (TRIGUEIRO, 2002). Desta maneira a biotecnologia tem área, que abrange várias ciências naturais, formando em objeto de tecnologia. Onde, a biotecnologia é o resultado de uma larga e complexa trama de relações técnicas, sociais, éticas, políticas e institucionais, o que demanda esforço para o seu desenvolvimento (TRIGUEIRO, 2002).

É importe citar que como opção de tecnologias, existe as Tecnologias da informação e comunicação (TIC) usam aparelhos que tem acesso a internet para avaliar o cuidado em saúde. Permitindo ampliar e facilitar o acesso a informações por meio de integração de múltiplas mídias, linguagens e recursos, permitindo o desenvolvimento de processos de educação para a saúde, levando os indivíduos a tomar medidas preventivas para determinada comorbidade. Além disso as TIC são muito utilizadas pela população em geral e em especial os adolescentes propiciando maior interação entre os mesmos (KELLY, MAGNUSSEN et al. 2015, PINTO, SCOPACASA et al. 2017). No entanto existe alguma dificuldade em transmitir educação em saúde por essas ferramentas para essa população. O que torna necessário criar ferramentas dinâmica para atrair a atenção desse público, possibilitando o entendimento e a importância do assunto abordado.

É importante saliente que as produções de inovações, em que a biotecnologia tem grande potencial, pode ser protegida pela lei de propriedade intelectual (lei 9.279 de 1996). Esse processo oferece ao titular uma resguarda quanto o direito de impedir terceiro, sem o seu consentimento, de usar, vender, produzir ou importar com este propósito: 1- produto para patente; 2- processo ou produto obtido diretamente por processo patenteado (Art. 42, lei 9.279 de 1996). O que também vale quanto ao registro de aplicativos com base na lei supracitada.

SOBRE A ORGANIZADORA

DANIELA REIS JOAQUIM DE FREITAS - Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (2000), com mestrado em Biologia Celular e Molecular (2002), doutorado em Ciências (2006) pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Durante o mestrado e o doutorado trabalhou diretamente com biologia celular e molecular e bioquímica, na clonagem e expressão de genes do carrapato *Rhipicephalus (Boophilus) microplus*. Também trabalhou com morte celular e estresse oxidativo no carrapato. Fez pós-doutorado na área de Ciências Médicas - Farmacologia (2007) na Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre. Atualmente é professora Adjunta III na Universidade Federal do Piauí, no Departamento de Parasitologia e Microbiologia, líder do Grupo de Estudos em Microbiologia e Parasitologia (NUEMP) e membro do Núcleo de Pesquisa em Prevenção e Controle de Infecções em Serviços de Saúde (NUPCISS). Também é docente permanente do Programa de Pós-Graduação em Enfermagem (PPGEnf-UFPI). Tem experiência nas áreas de Biologia Celular e Molecular, Imunologia, Parasitologia, Microbiologia e Farmacologia Experimental e tem linhas de pesquisa em Controle de Infecções em Serviços de Saúde, Infecções comunitárias e Educação em Saúde.

ÍNDICE REMISSIVO



Impactos das tecnologias **nas ciências biológicas e da saúde 4**

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora

Ano 2023



Impactos das tecnologias **nas ciências biológicas e da saúde 4**

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

@atenaeditora

www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Atena Editora

Ano 2023